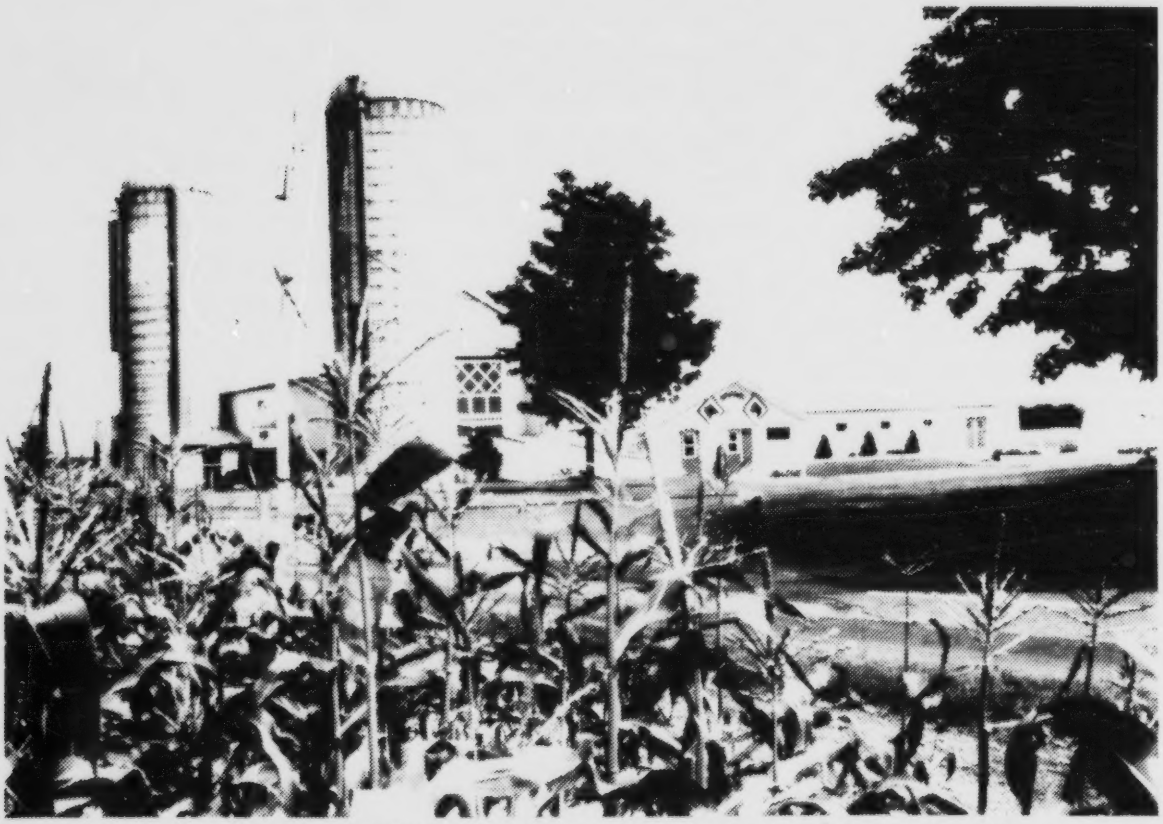
RÉDUCTION DES ODEURS DE PORCHERIES

Rapport final (no 3)



Ferme Reynold, Saint-Charles-de-Bellechasse. Médaille d'or de l'Ordre du mérite agricole 1987

Québec

RAPPORT FINAL (No 3)

RÉDUCTION DES ODEURS DE PORCHERIES

PAR

DENIS MORISSETTE, INGÉNIEUR

CENTRE DE RECHERCHE INDUSTRIELLE DU QUÉBEC

POUR LE

MINISTÈRE DE L'AGRICULTURE, DES

PÊCHERIES ET DE L'ALIMENTATION DU QUÉBEC

ISBN 2-551-09999-4
Dépôt légal - 3e trimestre 1987
Bibliothèque nationale du Québec

AVANT-PROPOS

Le Service du génie du Ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec a confié au Centre de recherche industrielle du Québec (CRIQ) le mandat de réaliser une étude sur la réduction des odeurs de porcheries.

Nous tenons à remercier pour leur précieuse collaboration.

M. Pierre-Julien Bernier, ing.
Agriculture, Pêcheries et
Alimentation du Québec
Tél.: (418) 643-7597

MM. Denis Morissette, ing.
Pierre Désilets, ing.
François Dugal, ing.
Maurice Cauchon, tech.
Sylvain Allard, tech.

Centre de recherche industrielle du Québec
Tél.: (418) 659-1550

Nous remercions également monsieur Bertrand Blais, producteur agricole, de Saint-Henri de Lévis pour avoir gracieusement mis à notre disposition son bâtiment et une partie de son terrain incluant les services en eau et en électricité pour effectuer les essais.

FÉVRIER 1982

RÉSUMÉ

Afin de réduire l'intensité des odeurs émises par la ventilation des porcheries, trois systèmes de traitement de l'air ont été sélectionnés et mis à l'essai sur une ferme: un laveur à jet auto-amorcé, un lit de tourbe et un laveur à colonne garnie.

Le laveur à jet auto-amorcé s'est avéré légèrement efficace mais surtout inadéquat pour une porcherie et beaucoup trop coûteux. Le lit de tourbe élimine 78% de l'odeur mais la grande perte de pression à travers le lit implique des frais d'installation, d'entretien et de fonctionnement très élevés pour le traitement de grands débits d'air. Le laveur à colonne garnie s'avère un système de traitement simple, peu coûteux et qui s'adapte bien aux porcheries. Son rendement actuel est de 42%, ce qui est un minimum acceptable, mais il comporte un potentiel d'amélioration qui vaut la peine d'être exploité.

Laveur à jet auto-amorcé

Le laveur à jet auto-amorcé (Whirl Wet) dont nous avons fait l'essai fonctionne avec une perte de pression de 6,5 po H_2O, ce qui est totalement inacceptable compte tenu de la très grande dépense en énergie. De plus, l'investissement requis pour ce type d'appareil est de 6,00 \$/pi^3/min.

Lit de tourbe

Le lit de tourbe de 12 po d'épaisseur (superposé à 12 po de pierre concassée) a permis de réduire l'intensité de l'odeur d'environ 78%, donc à un niveau très acceptable. Toutefois, la tourbe horticole se compacte sous l'effet des pluies, et même en augmentant la pression statique du ventilateur (1,75 po H_2O), le débit d'air est demeuré très faible: 5,5 pi^3/min/ pi^2. Dans ces conditions, un lit de tourbe ne s'adapte pas aux ventilateurs existants et requiert une surface énorme pour traiter l'air d'une porcherie.

Bien que cette technique s'avère plus efficace que le laveur à colonne garnie (le 3ème système mis à l'essai), elle est aussi plus coûteuse en investissement (0,77 $/pi^3/min) et en énergie requise pour son fonctionnement (environ 4 fois plus). L'utilisation d'une tourbe plus fibreuse, comme celle utilisée en Allemagne, permettrait d'augmenter le débit d'air et de réduire le coût en capital à environ 0,35 $ - 0,40 $/pi^3/min. Toutefois, ce type de tourbe n'étant presque pas disponible au Québec et le système requérant une pression statique élevée (coût en énergie) ainsi qu'un entretien plus minutieux que le laveur à colonne garnie, l'utilisation d'un lit de tourbe devrait être limitée au traitement de faibles débits d'air lorsqu'une grande efficacité est requise.

Laveur à colonne garnie

Enfin, l'efficacité du laveur à colonne garnie mis à l'essai à l'échelle de la ferme a été de 42%. En plus de cette réduction de l'odeur, l'écoulement de l'air dans l'environnement s'est trouvé modifié et les observateurs ont perçu à une certaine distance une diminution réelle de l'odeur. Le laveur s'adapte aux ventilateurs existants, son coût en capital est d'environ 0,41 $/pi^3/min et les frais énergétiques pour six mois de fonctionnement sont de 410 $ (20 300 pi^3/min d'air traité). Dans le cas où le fermier recevrait la moitié du capital requis en subvention, le coût serait inférieur à 1 ¢/lb de porc mise en marché, soit 0,0084 $/lb.

D'autre part, en ajoutant un supplément minime au coût en capital, nous croyons qu'il est possible d'augmenter le rendement du laveur jusqu'à une efficacité de 70-80% par une meilleure distribution de l'eau, en inoculant celle-ci avec des boues activées et en augmentant de 10 à 15 po l'épaisseur du garnissage.

En somme, le laveur à colonne garnie s'avère le système le plus simple et le moins coûteux pour réduire les odeurs de porcheries. Son rendement est actuellement au niveau du minimum acceptable, mais il comporte un potentiel d'amélioration qui permettra, une fois vérifié, d'en recommander l'utilisation à grande échelle aux propriétaires de porcheries.

TABLE DES MATIERES

		Page
1.0	INTRODUCTION	1
2.0	BUT DU RAPPORT	3
3.0	ESSAI DU LAVEUR A COLONNE GARNIE	4
3.1	Principaux critères de sélection	4
3.2	Description des travaux	5
3.2.1	Construction	5
3.2.2	Paramètres du système	9
3.2.3	Essais réalisés	10
3.3	Discussion	26
3.4	Coût du système	29
3.5	Conclusion	31
3.6	Recommandations	32
4.0	ESSAI DU LIT DE TOURBE	36
4.1	Principaux critères de sélection	36
4.2	Description des travaux	36
4.2.1	Construction	36
4.2.1	Paramètres du système	39
4.2.3	Essais réalisés	39
4.3	Discussion	48
4.4	Coût du système	54
4.5	Conclusion	55
4.6	Recommandations	56
5.0	ESSAI DU LAVEUR A JET AUTO-AMORCE (type orifice)	58
5.1	Principaux critères de sélection	58
5.2	Description des travaux	59
5.2.1	Paramètres du système	59
5.2.2	Essais réalisés	59
5.3	Discussion	64
5.4	Coût du système	64
5.5	Conclusion	64
5.6	Recommandations	65
6.0	MASQUAGE (essai supplémentaire)	66
7.0	CONCLUSION GENERALE	68

ANNEXE A: Calcul du débit d'eau recirculée.
ANNEXE B: Consommation d'eau par saturation de l'air.
ANNEXE C: Procédure d'échantillonnage et d'évaluation de l'odeur.
ANNEXE D: Résultats de l'évaluation olfactive de l'odeur.
ANNEXE E: Ventilateur du lit de tourbe.
ANNEXE F: Utilisation d'écorce pour absorber les odeurs.
ANNEXE G: Laveur à jet auto-amorcé "Whirl Wet".

TABLE DES MATIERES (SUITE)

Liste des figures et des tableaux

		Page
Fig. 1	Schéma du système	8
Fig. 2	Gicleur à cible	36
Tableau I	Profil du débit d'air (81-08-04)	13
Tableau II	Profil du débit d'air (81-08-12)	14
Tableau III	Profil du débit d'air (81-08-26)	15
Tableau IV	Profil du débit d'air (81-09-03)	16
Tableau V	Résultats de l'évaluation du laveur à colonne garnie	25
Tableau VI	Evaluation olfactive du laveur à colonne garnie	27
Tableau VII	Comparaison des Tri-Packs vs les Tellerettes	28
Tableau VIII	Pression statique du lit de tourbe ...	41
Tableau IV	Débit d'air à travers le lit de tourbe	42
Tableau X	Composition (N-P-K) de la tourbe (1)..	44
Tableau XI	Résultats de l'évaluation du laveur à colonne garnie	47
Tableau XII	Evaluation olfactive du lit de tourbe.	48
Tableau XIII	Débit d'air du "Whirl Wet"	61
Tableau XIV	Résultats de l'évaluation du "Whirl WET"	63
Tableau XV	Coût de quelques produtis de masquage*	67
Tableau XVI	Comparaison des trois systèmes de traitement	69

1.0 INTRODUCTION

Depuis quelques années, avec l'accroissement du nombre et de la dimension des élevages porcins, les mauvaises odeurs émises dans l'environnement s'avèrent un problème sérieux et soulèvent de nombreuses protestations de la part du public. Parmi plusieurs sources d'odeurs, les gaz évacués des bâtiments par le système de ventilation sont fréquemment les plus intenses. Ainsi, en vue de réduire les odeurs émises par cette source, le Ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec (MAPAQ) a confié au CRIQ le mandat de sélectionner trois systèmes de traitement et de les mettre à l'essai afin d'en établir le potentiel.

Les travaux ont été réalisés en trois phases principales:

1ère phase: Revue de littérature

L'objectif d'une revue de la littérature publiée sur le sujet était de bien définir le problème (comment les odeurs sont produites, évaluation de leur intensité) et d'étudier les méthodes de contrôle déjà expérimentées dans différents pays. Un rapport fut présenté au terme de cette phase.

No de référence: MAT-81-021.
Titre: Identification des odeurs et techniques de contrôles.

2ème phase: Sélection de trois techniques

Etant donné le coût élevé des techniques de contrôle des odeurs, nous avons recherché avec le client des alternatives simplifiées permettant de

réduire les coûts tout en maintenant une efficacité acceptable. Ces discussions nous ont amenés à recommander les trois techniques d'épuration suivantes: un laveur à colonne garnie, un lit de tourbe et un laveur à jet auto-amorcé. Nous avons aussi accepté, à la demande du client, d'augmenter la capacité du laveur à colonne garnie afin que l'expérimentation soit réalisée dans ce cas à l'échelle d'une ferme plutôt qu'à l'échelle d'un prototype de petite dimension tel que prévu initialement.

Un deuxième rapport fut rédigé afin de présenter la démarche ayant donné suite à ces recommandations et afin de décrire le programme expérimental proposé.

No de référence: MAT-81-061.
Titre: Programme expérimental de réduction des odeurs de porcheries.

3ème phase: Achat, installation et essais

Au cours de cette phase, nous avons terminé la conception des montages, acheté l'équipement, supervisé l'installation et réalisé le programme expérimental.

2.0 BUT DU RAPPORT

Le but de ce rapport est de présenter une description du montage, le détail de tous les essais effectués ainsi que les résultats obtenus avec chacun des trois systèmes.

Il comprend donc la réalisation du programme expérimental, une évaluation de la performance obtenue et une estimation du coût de traitement de l'air selon chaque technique. Enfin, des modifications permettant, s'il y a lieu, d'améliorer l'efficacité du traitement sont incluses au chapitre des recommandations.

3.0 ESSAI DU LAVEUR A COLONNE GARNIE

3.1 Principaux critères de sélection

Le lavage d'air à l'aide d'une colonne garnie a été la technique la plus utilisée, surtout en Europe, pour réduire les odeurs de porcheries. La capacité de chaque unité ne dépasse généralement pas 4400 pi^3/min (7500 m^3/h) et le coût du traitement s'avère très élevé. En vue de réduire les coûts, nous avons convenu de centraliser le traitement de l'air provenant de plusieurs ventilateurs dans un laveur d'une capacité totale de 20 600 pi^3/min (35 000 m^3/h).

Etant donné la grande surface requise pour obtenir une faible vitesse à travers le garnissage, la distribution de l'eau sur un lit horizontal aurait posé des problèmes et nous avons donc choisi d'utiliser le concept d'un lit vertical fonctionnant à courant-croisé eau et gaz.

De plus, il était important que la perte de pression à travers ce laveur soit minime pour que l'on puisse utiliser les ventilateurs axiaux déjà existants. A cette fin, nous avons donc limité l'épaisseur de garnissage à 15 po et utilisé deux types de garnissage à haute performance: les Tri-Packs et les Tellerettes qui laissent un espace vide de 93% dans le laveur et dont la surface disponible est de 132 et 125 m^2/m^3 respectivement.

3.2 Description des travaux

3.2.1 Construction

Tel que démontré à la figure 1 et sur les photos ci-incluses, nous avons regroupé dans une conduite centrale les huits ventilateurs de la porcherie de monsieur Bertrand Blais à St-Henri de Lévis.

Débit de ventilation:

1 x 2300 pi^3/min (16 po) = 2 300 pi^3/min
5 x 3300 pi^3/min (28 po) = 16 500 pi^3/min
2 x 4500 pi^3/min (24 po) = 9 000 pi^3/min
TOTAL = 27 800 pi^3/min (47 200 m^3/h)

Le débit dirigé au lit de tourbe est prélevé de la conduite centrale:
7200 pi^3/min (12 220 m^3/h).

Débit net à traiter dans le laveur:
20 600 pi^3/min (35 000 m^3/h).

Principaux matériaux utilisés:

- contre-plaqué 5/16 po "Select" résistant à l'eau;
- colombages 2 po x 3 po;
- contre-plaqué 1/2 po "Select" (plate-forme d'accès aux colonnes garnies);
- colombages 2 po x 6 po;
- grillage d'acier galvanisé. Carrés de 1 po x 1 po nominal et diamètre de tige d'environ 1/16 po;

- garnissage Tri-Packs en polypropylène de type sphérique (1,75 po x 1,95 po);

- garnissage Tellerettes en polypropylène en forme de beignet (2,75 po x 1,00 po);

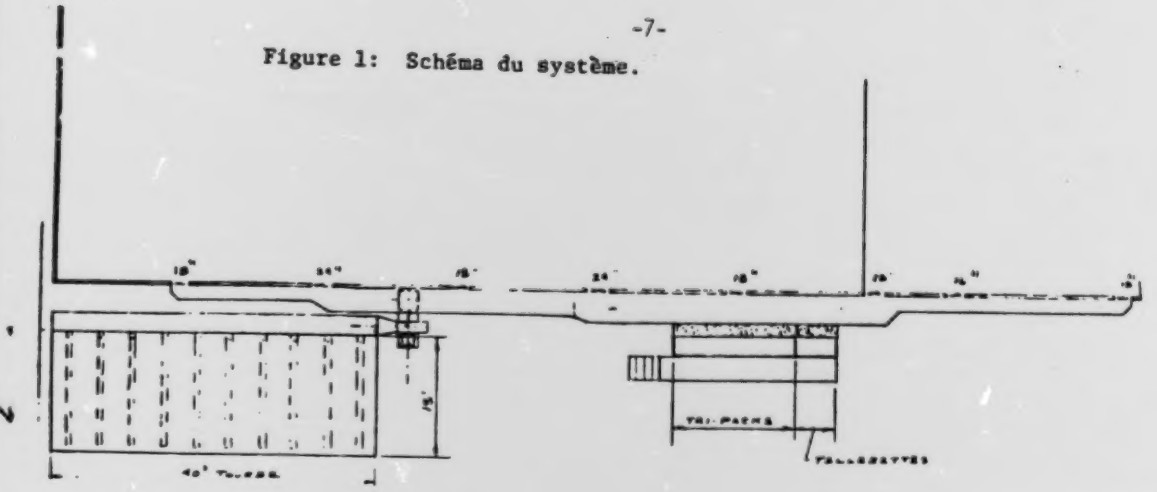
- tuyau de plastique ABS, 3 po de diamètre.

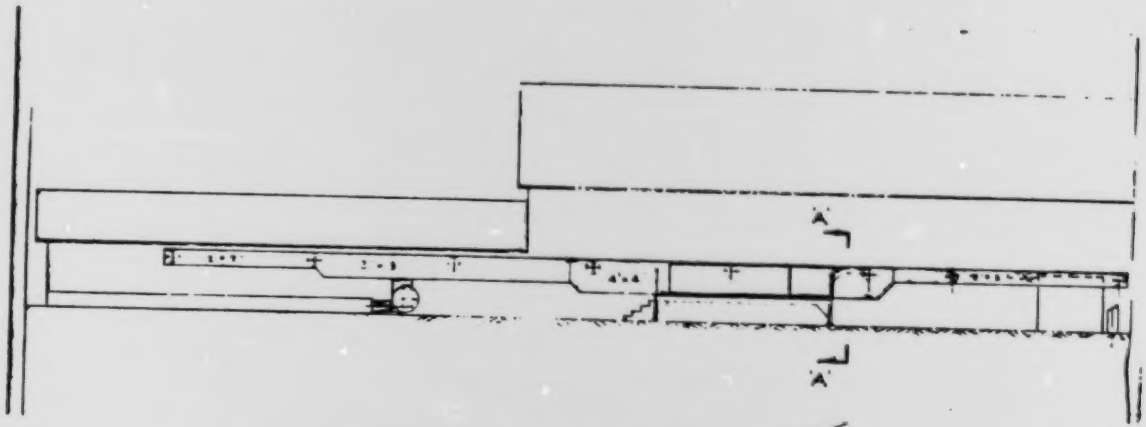
Capacité du réservoir d'eau: environ 160 gallons impériaux.

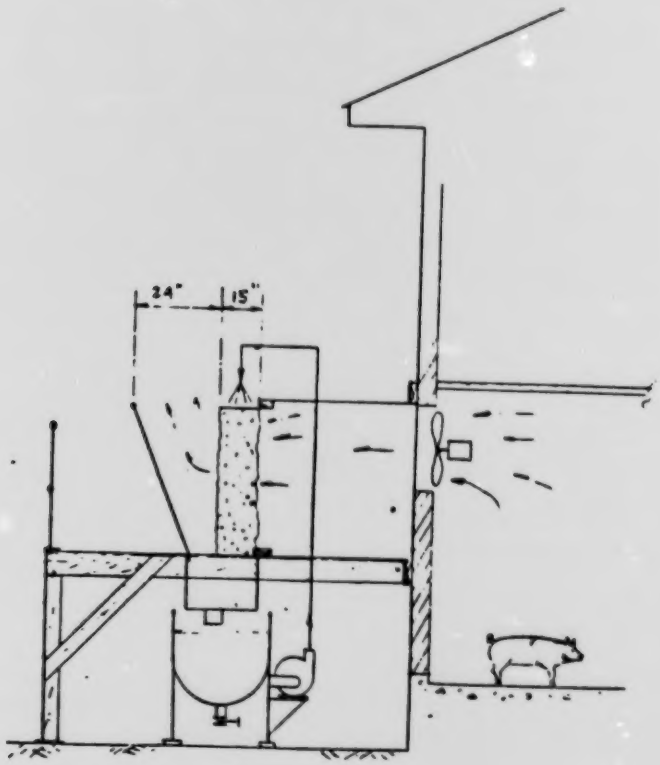
Pompe utilisée: Centrifuge à auto-amorçage;
Monarch no 15 MT, 3 po aspiration et refoulement.

Moteur électrique: 3 CV

Figure 1: Schéma du système.

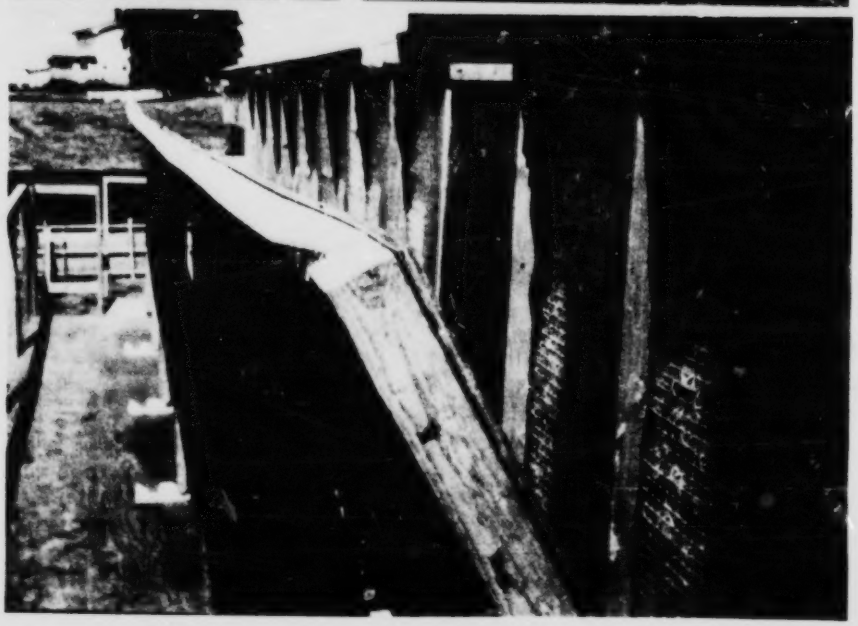






VUE A-A'

8



3.2.2 Paramètres du système

Capacité maximale du laveur:	20 600 pi^3/min
Surface totale:	88 pi^2
Débit d'air mesuré: (pi^3/min)	20 260 - 16 920 - 10 700
Vitesse de l'air dans le laveur (pi/s):	3,84 - 3,20 - 2,03
Temps de contact (s):	0,33 - 0,39 - 0,62
Épaisseur du garnissage:	15 po (38 cm).

		TRI-PACKS	TELLERETTES
Surface		16 pi x 4 pi = 64 pi^2	6 pi x 4 pi = 24 pi^2
Volume de garnissage		80 pi^3 (2,27 m^3)	30 pi^3 (0,85 m^3)
Débit d'eau recirculée (*)		144 gal. imp./min	59 gal. imp./min
Débit d'eau par unité de surface:	a)	2,7 gal. US/min.pi^2	2,95 gal. US/min.pi^2
	b)	1348 lb/h,pi^2	1473 lb/h.pi^2
	c)	6,58 m^3/m^2.h	7,20 m^3/m^2.h

(*) Le calcul du débit d'eau mesuré à l'aide des déversoirs en V est présenté à l'annexe A. De plus, la consommation d'eau par saturation de l'air étant de l'ordre de 0,2 gal. imp./min (voir l'annexe B), celle-ci est négligée dans nos calculs. La consommation d'eau par entraînement des gouttelettes et par les fuites n'a pas été mesurée.

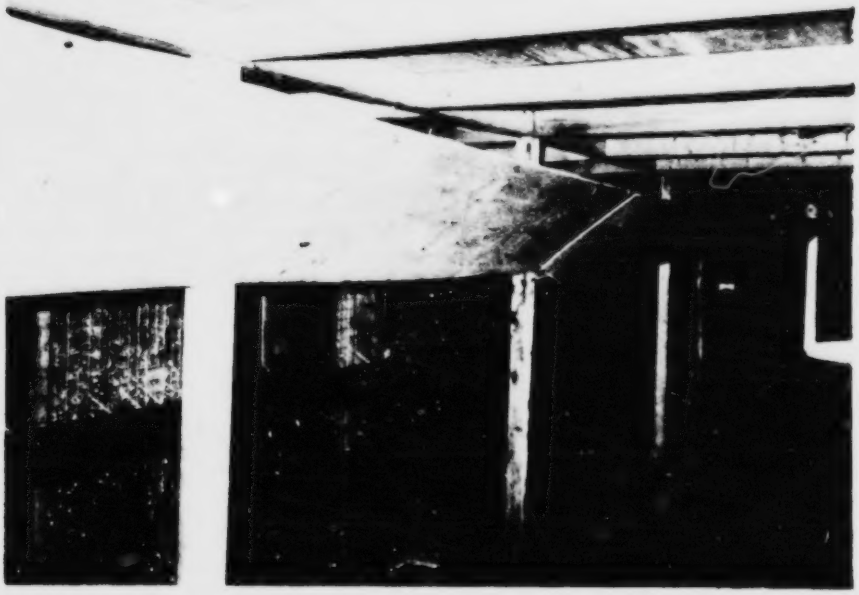
3.2.3 Essais réalisés

3.2.3.1 Amélioration au profil du débit d'air à travers le laveur

A la mise en marche du système, nous constatons que le profil du débit d'air n'est pas uniforme, la vitesse de sortie de l'air étant deux fois plus grande en haut qu'en bas (voir le tableau I ciaprès). Trois raisons peuvent expliquer ce phénomène: les conduites d'amenée de l'air sont situées en haut par rapport à l'ensemble du laveur, cet air est chaud et enfin, l'étanchéité au-dessus du garnissage étant difficile à assurer, l'air tend à court-circuiter une partie du garnissage dans cette région.

Toujours au tableau I, on remarque que le débit d'air mesuré à la sortie du laveur mouillé (la douche en marche) s'avère sensiblement le même que lorsqu'il est mesuré à sec.

Afin de corriger la situation, nous installons deux déflecteurs (photos ci-après) à l'intérieur de la conduite regroupant les ventilateurs.

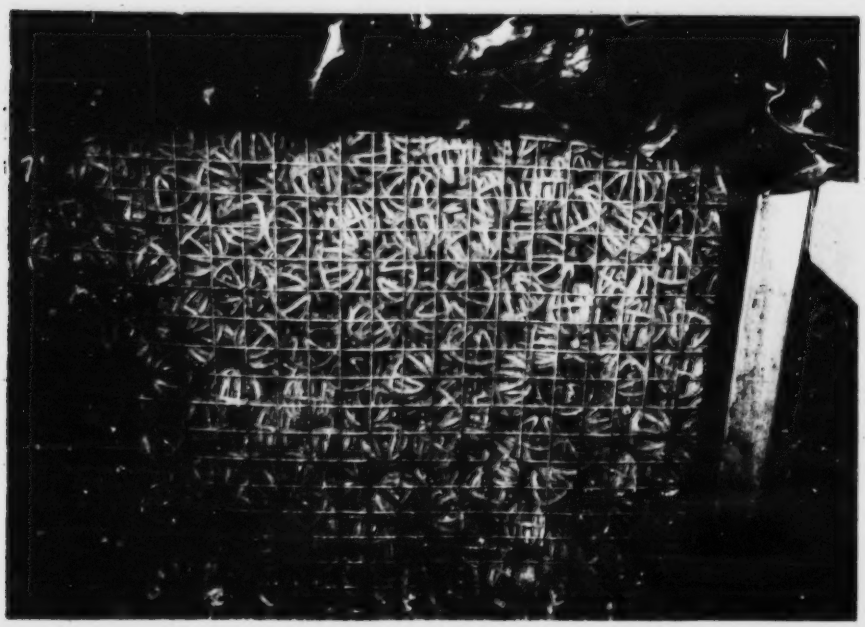


Déflecteur situé à 8 po du plafond

Ventilateur situé à l'arrière du laveur

Les résultats de cette modification sont présentés au tableau II. On note déjà une certaine amélioration du profil.

Par la suite, il est apparu nécessaire d'installer un troisième déflecteur pour empêcher les fuites d'air en haut du laveur. Comme le montre la photo ci-après, il s'agit d'une feuille de polyéthylène de 6 po installée à l'intérieur de la conduite d'air, en haut de la colonne garnie.



Cette dernière modification a eu pour effet d'améliorer sensiblement le profil de distribution d'air, tel qu'on peut le constater aux tableaux III et IV.

TABLEAU I*
LAVEUR A COLONNE GARNIE
PROFIL DU DEBIT D'AIR (pi/min)
"A SEC"

Date: 81-08-04

	TRI-PACKS								TELLERETTES		
Section:	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Lecture près des douches	280	350	350	450	450	450	420	440	440	440	400
	180	230	300	310	310	320	320	320	330	320	300
	140	190	230	280	280	250	250	300	280	280	250
	100	190	230	280	300	300	250	280	30	280	220
	50	180	230	250	200	220	220	240	270	250	200
Moyenne (de 4) (pi/min):	130	212	254	298	290	289	272	300	309	298	255

Débit d'air par section (pi^3/min):

906	1482	1769	2074	2022	2013	1900	2092	2153	2074	1778

Moyenne: 1782 2002

Débit total: 14 258 + 6005

= 20 263 pi^3/min

"AVEC LES DOUCHES EN MARCHE" Date: 81-08-04

	TRI-PACKS								TELLERETTES		
Section:	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Lecture près des douches	300	330								400	
	220	240							330	350	
	140	200							250		
	100				TROP D'EAU				250		
	50										

Moyenne (de 4) (pi/min): 137 (1ère section)

* Tableau: laveur vu de face et divisé en sections.

TABLEAU II
LAVEUR A COLONNE GARNIE
PROFIL DU DEBIT D'AIR (pi/min)

Date: 81-08-12

	TRI-PACKS								TELLERETTES		
Section:	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Lecture près des douches	200	260	280	300	320	300	280	280	300	350	350
	160	200	230	240	240	250	200	230	260	260	250
	150	200	220	250	220	220	195	240	220	240	200
	150	200	220	240	240	230	210	210	250	210	180
	130	180	210	200	200	200	210	200	200	210	200
Moyenne (de 4) (pi/min):	153	203	226	240	235	231	214	226	237	241	220
Débit d'air par section (pi^3/min):	1063	1412	1578	1674	1639	1612	1490	1578	1656	1682	1534

Moyenne: 1506 1624

Débit total: 12 046 + 4872

= 16 918 pi^3/min

TABLEAU III
LAVEUR À COLONNE GARNIE
PROFIL DU DEBIT D'AIR (pi/min)

Date: 81-08-26

	TRI-PACKS								TELLERETTES		
Section:	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Lecture près des douches	100	100	150	125	125	140	140	150	150	200	150
	100	100	150	125	150	150	150	140	200	180	150
		TROP D'EAU			180	---	160	150	150	150	150
		TROP D'EAU			100	---	130	150	150	150	150
Moyenne (de 4) (pi/min):	100	100	150	125	139	145	145	148	162	170	150
Débit d'air par section (pi^3/min):	697	697	1046	872	968	1011	1011	1029	1133	1185	1046
Moyenne:					916				1121		
Débit total:					7331			+	3364		

= 10 695 pi^3/min

TABLEAU IV
LAVEUR A COLONNE GARNIE
PROFIL DU DEBIT D'AIR (pi/min)

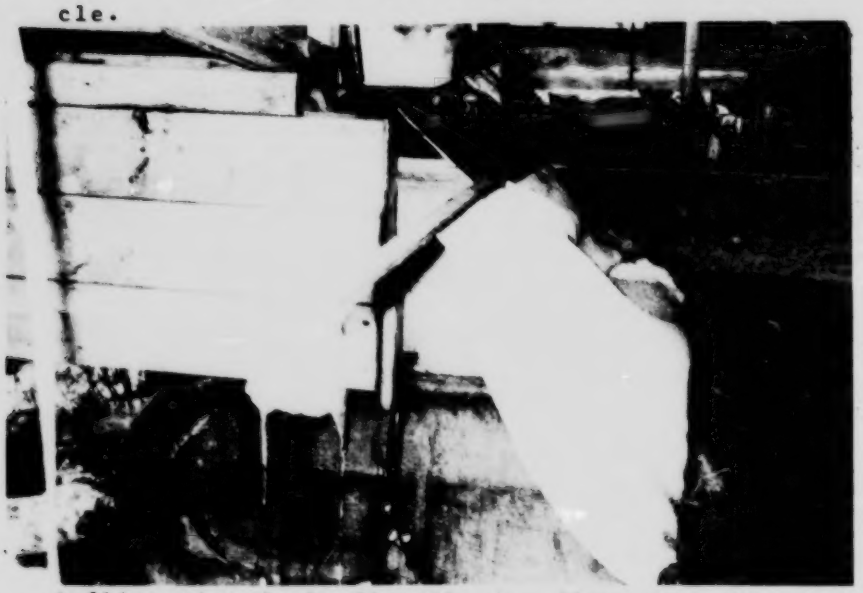
Date: 81-09-03

	TRI-PACKS								TELLERETTES		
Section:	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Lecture près des douches	160	200	190	200	200	220	200	150	200	150	190
	140	130	190	140	190	200	150	200	200	160	200
Moyenne (pi/min):	150	165	190	170	195	210	175	175	200	155	195
Moyenne:					179					183	

3.2.3.2 Problèmes de mousse

Nous avons fait fonctionner le laveur en continu (jour et nuit) à partir du 20 septembre. Le lendemain, nous pouvions observer un sérieux débordement de mousse au-dessus du réservoir d'eau. Toutefois, la mousse et l'eau ne dégageaient pas de mauvaise senteur.

Nous avons réussi à contenir la mousse produite dans le réservoir d'eau en y ajoutant un couvercle.



3.2.3.3 Amélioration de la distribution d'eau dans le garnissage

Le laveur fut mis en marche avec une douche en haut du garnissage et une sur le côté. La vitesse de l'air étant trop faible pour entraîner l'eau vers l'extérieur, les billes situées de ce côté n'étaient pas mouillées et demeuraient inefficaces. Nous avons donc relocalisé les deux douches côte à côte au-dessus du garnissage et nettoyer les orifices de celles-ci dont la moitié étaient bouchés par la saleté accumulée lors de la construction.

Condition initiale:

tuyau du haut:
1 rangée de trous 3/16 po dia. aux pouces
+1 rangée de trous 1/8 po de dia. à angle.

tuyau du bas:
1 rangée de trous 1/8 po dia. aux pouces.

Condition actuelle:

Les deux tuyaux sont côte à côte et possèdent une rangée de 3/16 po de dia. à intervalles de 1 po. Les trous de 1/8 po de dia. sur le tuyau du haut ont été bouchés.

- - - - - - - -

La distribution d'eau n'étant pas encore totalement satisfaisante, nous avons enfin effectué les modifications suivantes aux douches du laveur:

- au tuyau no 2 situé du côté nord (celui qui reçoit l'eau ayant déjà traversé le tuyau no 1), nous avons ajouté une deuxième rangée de trous 3/16 po de diamètre aux 2 po et situés à un angle de 90° afin d'éclabousser au milieu du garnissage;

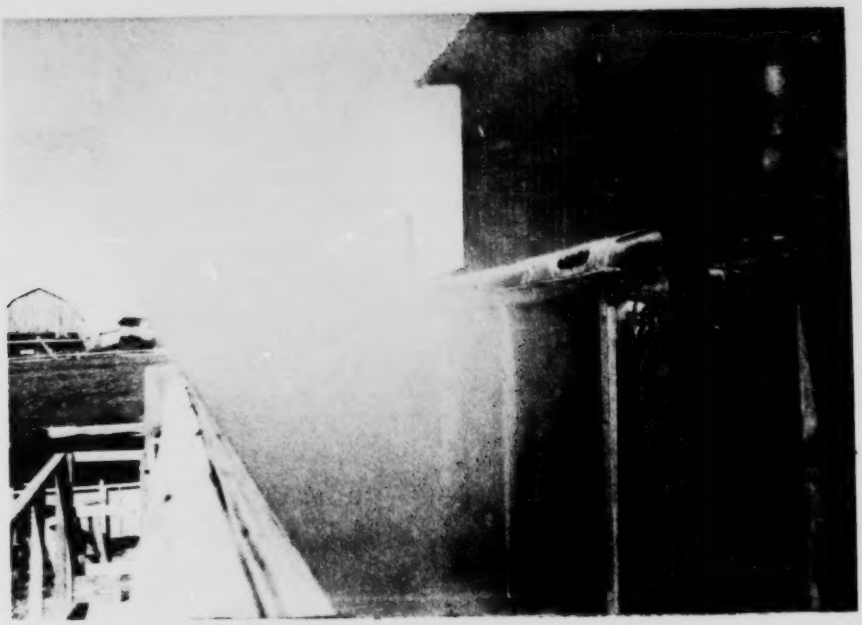
- nous avons changé le coude reliant le tuyau no 1 au no 2 augmentant ainsi son diamètre d'environ 1 3/4 à 3 po. Un accroissement substantiel du débit sortant du tuyau no 2 a ensuite pu être observé.

Comme nous avons pu le constater sur place, ces modifications ont sensiblement amélioré la distribution de l'eau dans le garnissage par rapport aux conditions initiales.

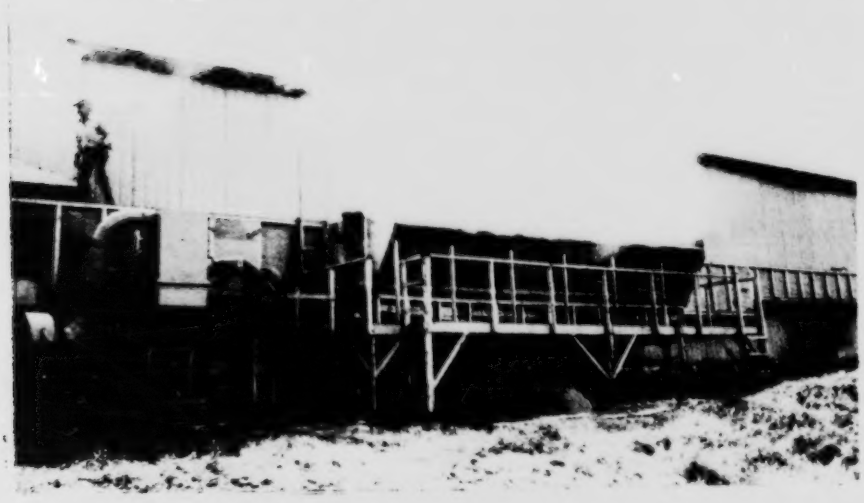
3.2.3.4 Ecoulement de l'air à la sortie du laveur

A l'aide de chandelles produisant de la fumée, nous avons pu observer l'écoulement de l'air à la sortie du laveur dans des conditions de vent nul et léger. On voit sur les photos A, B et C que l'air est effectivement dirigé vers le haut et s'élève au-dessus du toit lorsqu'il n'y a pas de vent. Toutefois, une légère brise augmente la turbulence et provoque le rabattement d'une partie de cet air vers le sol (photos D et E).

Il est possible qu'en dirigeant l'air vers le haut, le laveur permette une plus grande diffusion de l'air, ce qui réduirait l'odeur perçue par les voisins. D'autre part, l'air traité étant saturé d'eau à la sortie du laveur, il peut aussi être rabattu au sol à une courte distance de la porcherie dû à sa densité plus grande.



A



B

C

D

E

3.2.3.5 Résultats obtenus

Au cours de la réalisation des essais, le rendement de chacun des trois systèmes a été périodiquement déterminé par une évaluation olfactive dont la procédure est décrite à l'annexe C, et les résultats de cette évaluation olfactive de l'odeur par un jury sont présentés par ordre chronologique des essais à l'annexe D. On recommande de lire ces annexes pour une meilleure compréhension des résultats.

D'autre part, nous n'avons pu effectuer comme prévu l'analyse de l'eau de lavage (DBO, nitrites, nitrates et solides en suspension), car le joint d'étanchéité de la pompe de recirculation s'est mis à couler douze (12) jours seulement après le démarrage en continu. Cette perte continuelle était automatiquement compensée par un apport d'eau fraîche, ce qui rendait alors toute analyse d'eau inutile.

Les paramètres de fonctionnement du laveur ainsi que l'ensemble des résultats obtenus sont présentés au tableau V.

On note que la perte de pression à travers le laveur (maximum de 0,10 po H_2O) est inférieure à celle qui avait été initialement prévue (maximum de 0,25 po H_2O). Ce type de laveur peut donc être adapté aux ventilateurs axiaux existants.

De plus, les deux remarques suivantes permettent d'expliquer certains résultats divergents.

Remarque no 1 (essais du 81-08-04, référence tableau V)

Il est possible que cette première évaluation ne soit pas correcte du fait que les échantillons ont séjourné trop longtemps (9 jours) dans leur sac de plastique. Lors des essais, nous avons remarqué une diffusion ou une dilution de l'odeur

dans le sac en fonction du temps, celle-ci étant suffisante pour ne plus distinguer deux échantillons légèrement différents après 4 ou 5 jours. Nous avons par la suite réfrigéré nos échantillons pendant les fins de semaine et effectué promptement les analyses pour atténuer cet effet de dilution.

Remarque no 2 (essais du 81-09-03, référence tableau V)

Après cinq essais de suite où le jury a fait la différence entre l'air traité et l'air non traité, et après avoir amélioré la distribution d'eau dans le garnissage, on aurait pu s'attendre à un résultat positif une fois de plus pour ce dernier essai. Il est possible dans ce cas, que les tissus de coton préalablement chauffés au four à 100° C aient été contaminés avant l'essai, qu'une fuite se soit produite dans le système d'aspiration d'air ou dans les sacs de plastique contenant les échantillons. De plus, nous avons remarqué que le tuyau flexible d'échantillonnage utilisé pour tous les essais était de plus en plus en mesure de contaminer l'air traité, l'intensité de son odeur ayant graduellement augmenté.

Toutefois, bien que ces hypothèses soient probables, la cause n'est pas précisément identifiée et nous considérons tout de même cet essai comme valable.

TABLEAU V: RESULTATS DE L'EVALUATION DU LAVEUR A COLONNE GARNIE

DATE		81-08-04	81-08-21	81-08-25	81-08-26	81-08-27	81-08-27	81-08-27	81-09-02	81-09-03
	TRI-PACKS (T-P) TELLERETTES (T) AIR VICIE (A.V.)	(T-P)vs(A.V.)	(T)vs(A.V.)	(T-P)vs(A.V.)	(T)vs(A.V.)	(T-P)vs(A.V.)	(T-P)vs(A.V.)	(T)vs(A.V.)	(T-P)vs(A.V.)	(T-P)vs(A.V.)
No de code des tissus	Réf.: annexes C & D	422-296-981	248-353-535	524-716-985	359-576-627	856-191-748	484-322-255	213-484-466	486-516-967	627-476-195
Point d'échantillonnage	Section no:				No 10 à 1 pi du bas	No 3 au milieu(2')	No 7 en haut (3,5')	No 10 en haut (5')	No 2 en haut (3')	No 6 au milieu (2')
Vitesse de l'air	pi/min					150	200		200	200
Temps d'échantillonnage	(min)	15	30	15	30	30	30	30	30	30
Degré de différence évalué par le jury	Cote: légère (1) modérée (2) sensible (3) extrême (4)	Aucune différence	1,57	Aucune différence	2,25	2,33	2,33	1,50	1,50	Aucune différence
Intensité de chaque tissu évalués par le jury	Echelle en 9 points 1= aucune odeur ... 9= odeur extrême		3,1 5,6		3,1 6,2	3,4 6,2	3,3 6,2	2,6 5,1	3,2 5,5	
Notes:		Essais à rejeter: odeur des tissus évaporée. (voir remarque 1).	Une douche sur le côté et une sur le dessus	Les deux douches sur le dessus					Fuite d'eau au joint d'échanchéité de la pompe	Tissus possiblement contaminés. (voir remarque 2)
Débit d'eau dans le garnissage:										
- Tri-Packs	(gal. imp./min)	125	133			144	144	144		144
- Tellerettes	(gal. imp./min)	59	69			66	66	66		63
TOTAL:	(gal. imp./min)	184	202			210	210	210		211
pH de l'eau:				7,93				7,0 (81-08-28)	7,1 (81-09-01)	8,21
Température de l'air										
- intérieure	(° C)	30	30		28	27,5	27,5	27,5	29	29 (HR=68%)
- extérieure	(° C)	28	26		25	23	23	25	25 (HR=63%)	25,5 (HR= 64%)
(HR= humidité relative)										
Pression statique	(po H_2O)	0,09				0,10		(0,06 (81-08-28)		0,08 à 0,10

3.3 Discussion

Les essais ont démontré que le laveur à colonne garnie s'avère relativement efficace. Comme on peut le voir au tableau VI, dans 6 essais sur 8, le jury a perçu une différence statistiquement significative entre l'air traité et l'air non traité. Le degré de cette différence est en moyenne de 1,43, c'est-à-dire presque à mi-chemin entre une cote légère (1) et modérée (2).

Pour l'évaluation de l'intensité de l'odeur résiduelle, selon l'échelle 1 (aucune odeur) à 9 (odeur extrême), l'air traité obtient une côte de 3,79 par rapport à 5,80 pour l'air vicié. Ceci implique un taux de réduction de l'odeur de l'ordre de 42%: $\left[\frac{(5,8 - 1) - (3,79 - 1)}{(5,8 - 1)}\right] \times 100.$

En plus de cette réduction, nous avons vu que l'écoulement de l'air dans l'environnement avait été modifié. Il est possible que la dispersion soit meilleure et que l'air humide, plus froid et plus dense, soit rabattu au sol près de la porcherie.

Bien que l'évaluation de ces phénomènes soit plutôt empirique, il demeure que monsieur Blais et ses voisins ont observé à une certaine distance une réduction appréciable de l'odeur même si l'air qui sort du laveur sent encore relativement mauvais. Comme d'autres chercheurs l'ont déjà observé à petite échelle, le caractère de l'odeur change lors d'un lavage humide. A l'échelle d'une ferme, les paramètres de dispersion et de transport entre la porcherie et les voisins sont modifiés et peuvent éventuellement contribuer à réduire l'odeur perçue à distance.

TABLEAU VI
EVALUATION OLFACTIVE DU LAVEUR A COLONNE GARNIE

[Tri-Packs et Tellerettes] vs [Air vicié]

	Degré de différence entre l'air vicié et l'air traité (annexes C et D)	Intensité de l'odeur selon l'échelle 1 à 9 (annexes C et D) [Air traité] vs [air vicié]			
81-08-04 (T-P)	Essai annulé[1]				
81-08-21 (T)	1,57	3,1	vs	5,6	[1]
81-08-25 (T-P)	0-pas de différence	(5,8)	vs	(5,8)[2]	[2]
81-08-26 (T)	2,25	3,1	vs	6,2	[3]
81-08-27 (T-P)	2,33	3,4	vs	6,2	[4]
81-08-27 (T-P)	2,33	3,3	vs	6,2	[5]
81-08-27 (T)	1,50	2,6	vs	5,1	[6]
81-09-02 (T-P)	1,50	3,2	vs	5,5	[7]
81-09-03 (T-P)	0-pas de différence	(5,8)	vs	(5,8)	[8]
Moyenne (sur 8):	1,43	3,79		5,80	

	Degré de différence
Moyenne des Tri-Packs (sur 5):	1,23 - Essais [2][4][5][7][8].
Moyenne des Tri-Packs (sur 4):	1,54 - Essai [8] exclusivement.
Moyenne des Tellerettes (sur 3):	1,77

(1) Temps d'attente trop long (9 jours) avant l'évaluation.
(2) Moyenne de [1] [3] [4] [5] [6] [7] Air vicié.

Enfin, le rendement des Tri-Packs par rapport aux Tellerettes apparaît à peu près équivalent bien qu'il soit difficile à évaluer. Au tableau VII, on voit que les Tellerettes affichent une performance légèrement supérieure (+15%). Toutefois, le débit d'eau recirculé dans le garnissage est de 9% plus élevé, mais il en est de même pour le débit d'air par unité de surface (+13%). En somme, le nombre d'échantillons trop restreint et la possibilité que la qualité de l'air vicié venant du côté est (vers les Tri-Packs) ne soit pas identique à celle venant du côté ouest (vers les Tellerettes) nous empêche de conclure qu'un type de garnissage s'est avéré meilleur que l'autre. Les Tellerettes de notre laveur se sont compactées beaucoup plus que les Tri-Packs, et il a fallu en rajouter après un certains temps.

TABLEAU VII

COMPARAISON DES TRI-PACKS VS LES TELLERETTES

	TRI-PACKS	TELLERETTES
Evaluation olfacative Tri-Packs et Tellerettes vs Air vicié	1,23 (moyenne sur 5)	
	1,54 (moyenne sur 4)	1,77 (moyenne sur 3)
Différence mesurée:		(+15%)
Débit d'air à travers le garnissage (pi^3/min/section): 81-08-04	1782	2002
81-08-12	1506	1624
81-08-26	916	1121
Moyenne	1401	1582 (+13%)
Débit d'eau recirculé dans le garnissage ($lb/h.pi^2$)	1348	1473 (+9%)
Coût (en polypropylène)	12,00 $/$pi^3$	12,00 $/$pi^3$

3.4 Coût du système

Pour l'expérimentation du laveur à colonne garnie, nous avons regroupé six ventilateurs et mesuré un débit maximal de 20 300 pi^3/min.

	COUTS
Construction (matériaux + travail):	5 000 $
Garnissage (110 pi^3):	1 500 $
Pompe (1):	1 000 $
Moteur (1):	335 $
Electricité (installation):	275 $
Divers (contrôle de niveau, etc.)	200 $
TOTAL:	8 310 $

Coût en capital: $\frac{8\ 310}{20\ 300} = 0{,}41$ \$/pi^3/min

Coût énergétique de fonctionnement:

Courant du moteur entraînant la pompe de recirculation: 17 ampères.

Energie consommée:

$$W = \frac{I \times E \times FP}{1000} = \frac{17 \times 230 \times 0{,}8}{1000} = 3{,}13\ kW^*$$

Coût énergétique de fonctionnement @ 0,03 \$/kWh:

a) $3{,}13\ \frac{kWh}{h} \times 24\ \frac{h}{j} \times 30{,}4\ \frac{j}{mois} \times 0{,}03\ \frac{\$}{kWh} = 68{,}5\ \frac{\$}{mois}$

b) $\frac{68{,}5 \times 1000}{20\ 300} = 3{,}37\ \frac{\$}{mois/1000\ pi^3/min}$

* Puisque le laveur oppose aux ventilateurs une pression statique de 0,10 po H_2O, le débit d'air a certainement diminué. Cette restriction implique donc une consommation énergétique accrue (et peut-être l'addition d'un ventilateur) afin de maintenir le débit initial, si nécessaire. Ce coût a toutefois été négligé dans nos calculs.

Estimation du coût par lb de porc mise en marché

Conditions de base pour ce calcul:

- Le fermier reçoit la moitié du capital requis en subvention.

- Le fermier doit emprunter l'autre moitié du capital à un taux de 16¾% sur 15 ans.

- Le laveur est en fonctionnement 6 mois par année, c'est-à-dire du 15 avril au 15 octobre.

- L'investissement requis est de 8310 $ pour 20,300 pi^3/min.

Calcul de l'amortissement:

$A = \frac{8310}{2} = 4155$ $

$i = 0,1675$

$n = 15$

$$R = \frac{Ai}{1 - \left[\frac{1}{(1+i)^n}\right]} = \frac{4155 \times 0,1675}{1 - \left[\frac{1}{(1,1675)^{15}}\right]} = 770 \text{ \$/année}$$

Coût énergétique de fonctionnement:

$$68,5 \frac{\$}{\text{mois}} \times 6 \frac{\text{mois}}{\text{année}} = 410 \text{ \$/année}$$

Réparations et entretien = 100 $/année

TOTAL: 1 280 $/année

Soit un débit de 50 pi^3/min/porc logé et un taux de rotation annuel de 2,2.

$$20\,300 \frac{pi^3}{min} \times \frac{1}{50} \frac{place}{pi^3/min} \times 2{,}2 \frac{porc\ produit}{an.\ place} \times 170 \frac{lb}{porc} = 151\,844 \frac{lb}{année}$$

Coût: $\frac{1\,280}{151\,844} = 0{,}0084$ \$/lb

3.5 Conclusion

Le laveur à colonne garnie permet une réduction de l'odeur d'environ 42% et s'avère ainsi moyennement efficace. En plus de cette réduction, l'écoulement de l'air dans l'environnement est modifié, ce qui atténue possiblement la perception de l'odeur résiduelle dans le voisinage. Monsieur Blais se dit d'ailleurs satisfait du fonctionnement du laveur car il perçoit à distance une diminution réelle de l'odeur.

Le coût en capital du système est d'environ 0,41 \$/pi^3/min, ce qui n'est pas élevé si on compare aux systèmes de lavage d'air industriels dont le coût varie de 2,00 \$ à 10,00 \$/pi^3/min. Quant au coût en énergie, il est de l'ordre de 410 \$ pour six mois de fonctionnement (du 15 avril au 15 octobre).

En somme, le rendement du laveur à colonne garnie s'avère un minimum acceptable qu'il est toutefois possible d'améliorer comme on peut le voir au chapitre suivant des recommandations.

3.6 Recommandations

Il est certainement possible d'améliorer le rendement du laveur à colonne garnie et à cette fin, nous recommandons l'essai des modifications suivantes:

A) Remplacer les deux douches par des gicleurs à cible ("Target nozzles").

L'utilisation d'une batterie de ces gicleurs, normalement utilisés dans les tours de refroidissement, permettrait d'améliorer sensiblement la distribution de l'eau dans le garnissage et par ricochet l'efficacité du système. Les gicleurs sont vendus par la compagnie: Marley Canadian, 877 Montée de Liesse, Montréal (Québec), H4T 1P5.

Leur coût est de 0,75 $ l'unité et le système actuel en requiert environ 200.

Si le profil de distribution d'eau obtenu avec l'utilisation de ces gicleurs s'avère vraiment uniforme, on pourrait, de plus, les utiliser pour faire fonctionner les laveurs futurs à contre-courant air et eau. Le rendement obtenu par ces laveurs est généralement supérieur aux laveurs à courant-croisé et la consommation énergétique de la pompe de recirculation d'eau serait inférieure.

Fig. 2: Gicleur à cible.

B) Inoculer l'eau de lavage avec des bactéries aérobies.

Il est bien connu que la biomasse retenue sur les lits bactériens a un pouvoir d'adsorption considérable. De plus, les bactéries fixées sur le garnissage de la colonne s'attaquent aux composés malodorants et régénèrent l'eau de lavage de façon continue car les acides (acétique, propionique, butyrique, etc.) adsorbés dans la biomasse et absorbés dans l'eau apportent une source de carbone et d'énergie aux bactéries, de même que l'ammoniac apporte une source d'azote.

Une telle culture bactérienne peut se développer naturellement à long terme, mais afin d'assurer un rendement maximum, nous recommandons de maintenir l'activité bactérienne par l'addition régulière de boues activées provenant d'un bassin d'épuration des eaux d'égoûts.

En même temps que sera expérimentée l'addition de boues activées, il faudra rechercher une méthode pour contrôler l'activité bactérienne du système. En fait, l'oxydation de l'ammoniac en nitrites et en nitrates provoque une diminution du pH et il est possible que des éléments nutritifs tels que le phosphore ne soient pas présents en quantité suffisante pour le maintien du métabolisme des bactéries.

Avant la réalisation de ces travaux, nous devrons communiquer avec les chercheurs européens (Hollande, Allemagne) et américains pour vérifier où en sont rendues leurs recherches sur ce sujet. Jusqu'à tout récemment, la plupart des groupes de recherche

prélevaient constamment une petite quantité d'eau de recirculation afin d'empêcher l'accumulation des nitrates.

C) Augmenter sensiblement l'épaisseur du garnissage

Les modifications suggérées en A et B devraient permettre d'augmenter l'efficacité du laveur à environ 50-60%. Si l'on désire une efficacité supérieure, nous recommandons alors d'ajouter entre 10 et 15 po d'épaisseur au garnissage pour un total de 25 à 30 po.

Dans une expérience réalisée en 1977 en Allemagne, et dont il est fait mention dans notre rapport d'étape no 1, monsieur S. Schirz a mesuré une efficacité de 50 et 90% pour un petit laveur à contre-courant dont l'épaisseur du garnissage était de 13,8 po et 27,5 po respectivement (temps de contact: 0,24 s - 0,48 s, vitesse: 4,8 pi/s). Ainsi, puisqu'un laveur à courant-croisé est normalement un peu moins efficace, l'efficacité de 42% obtenue dans nos essais avec 15 po de garnissage (temps de contact: 0,40 s, vitesse: 3,2 pi/s) s'avère conforme aux résultats de monsieur Schirz. Il est donc raisonnable de penser qu'avec une bonne distribution d'eau et un garnissage presque deux fois plus épais, on puisse obtenir du laveur un rendement de l'ordre de 80%. Puisque la perte de pression du système s'est avérée inférieure à celle prévue initialement, l'augmentation de l'épaisseur du garnissage devrait se traduire par une perte de pression totale ne dépassant pas 1/4 po H_2O, ce qui est acceptable pour les ventilateurs axiaux existants. Les changements de température à l'intérieur de la porcherie devront toutefois être surveillés attentivement lors de ces essais.

D) Augmenter le débit d'eau

La pompe de recirculation fut choisie pour des raisons économiques et pratiques, à savoir qu'elle nous permettait d'atteindre un débit acceptable tout en ne requérant qu'un moteur de 3 CV, au lieu de 5 CV et plus pour les autres choix de pompes. C'est ainsi que le débit d'eau fut limité à 1400 lb/h/pi^2 de surface de garnissage alors que la gamme de débits normalement utilisés varie selon les applications de 740 à 7000 lb/h/pi^2.

Même si le rendement d'un laveur n'est pas nécessairement proportionnel au débit d'eau, le débit utilisé se trouve plutôt vers la limite inférieure. Il serait donc valable d'augmenter à titre d'essai le débit d'eau de recirculation d'environ 100 gal. imp./min en insérant deux pompes électriques submersibles dans le réservoir d'eau. Le rendement du laveur avec un plus grand débit de recirculation pourra ainsi être évalué.

4.0 ESSAI DU LIT DE TOURBE

4.1 Principaux critères de sélection

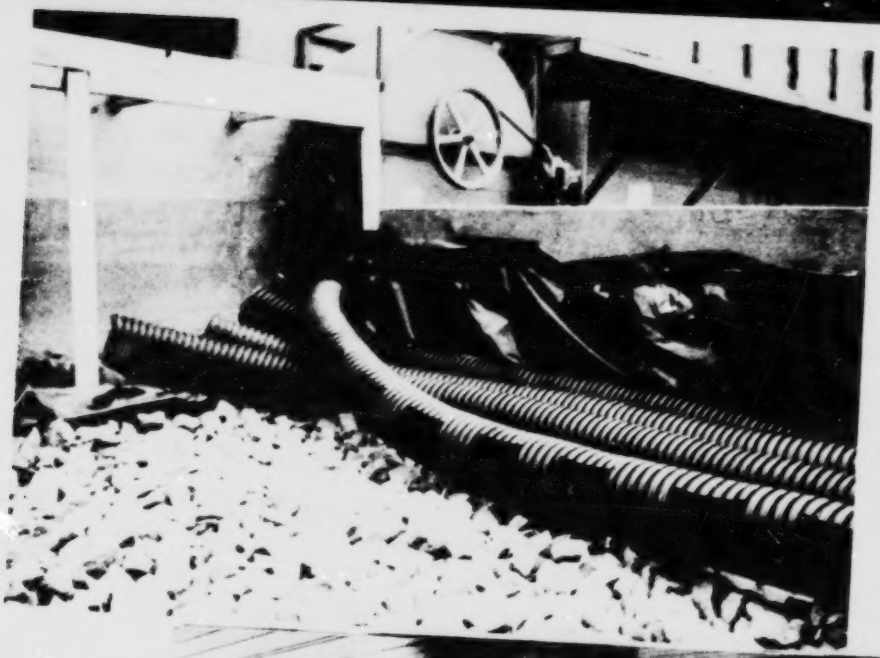
Le principe du lit de tourbe s'inspire des filtres en terre parfois utilisés pour purifier l'air émanant des usines de traitement des eaux usées municipales. Le lit de tourbe élimine l'hydrogène sulfureux et les mercaptans par l'action combinée des phénomènes d'absorption, d'échange ionique et de dégradation biochimique.

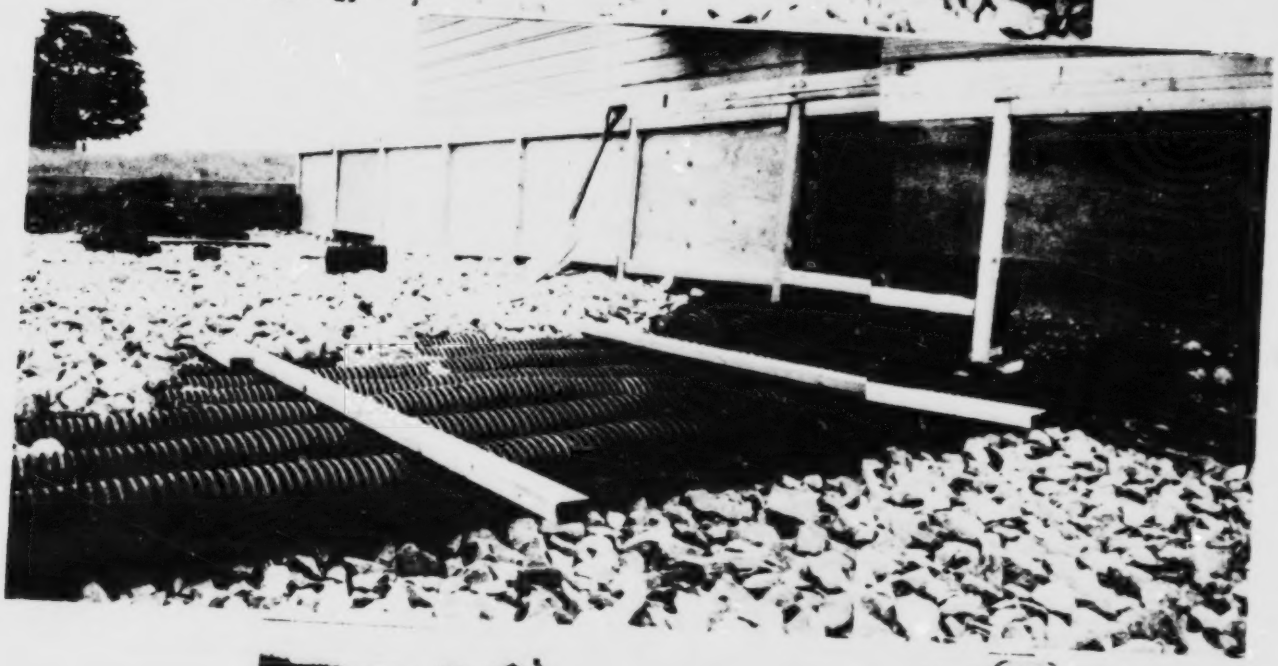
Le motif justifiant l'essai d'un lit de tourbe est le succès obtenu lors d'une expérience identique en Allemagne dont la description est incluse dans le rapport d'étape no 2. Le principe consiste à faire diffuser l'air vicié dans une base faite de cailloux de 3 à 6 cm de diamètre au-dessus de laquelle repose un lit de tourbe d'une épaisseur de 50 cm (20 po) maintenu humide.

4.2 Description des travaux

4.2.1 Construction

L'arrangement du lit de tourbe est démontré à la figure 1 (section 1.2 A de ce rapport) et sur les photos suivantes.





Principaux matériaux utilisés:

- Poussière de pierre (1 à 2 po d'épaisseur) (pente donnée au sol: 2%).

- Feuilles de polyéthylène 0,006 po (deux épaisseurs).

- Tuyaux de drainage agricole ondulés et perforés, 6 po de diamètre et situés à 12 po centre à centre.

- Pierre concassée 2 1/2 po de diamètre.

- Tourbe en vrac des tourbières Smith à St-Henri.

- Contre-plaqué 5/16 po "Select" résistant à l'eau.

- Colombages 2 po x 3 po.

- Plastique à calfeutrage.

Ventilateur en cage d'écureuil de marque LAU (no FGP 27½ - 14 K) dont la capacité est de 7000 pi^3/min à une vitesse de 458 rpm et une pression statique de 1,5 po H_2O.

Lorsque la poulie de 5 po fut installée, la vitesse du ventilateur était d'environ 465 rpm. Les paramètres de ce ventilateur sont présentés plus en détail à l'annexe E.

Moteur électrique: 3 CV.

4.2.2. Paramètres du système

Surface du lit de tourbe:
40 pi x 15 pi = 600 pi^2 (55,7 m^2)

Epaisseur de pierre concassée:
12 po (30,5 cm) à partir du fond

Epaisseur de tourbe: 20 po (50,8 cm)* et
12 po (30,5 cm)

Débit approximatif: 3318 pi^3/min

Vitesse de l'air dans le lit: 1,1 po/s
(2,8 cm/s)

Temps de contact: 10,9 s

Débit/unité de surface:
5,53 pi^3/min.pi^2 (101 m^3/h.m^2)

---

* Condition initiale seulement.

4.2.3 Essais réalisés

4.2.3.1 Amélioration de l'écoulement de l'air à travers le lit de tourbe

81-08-04

Mise en marche du lit de tourbe (20 po) avec une poulie de 3 1/2 po de diamètre entraînant le ventilateur (13,5 ampères).

Pression statique du lit de tourbe (tableau VIII) avant l'application du plastique à calefeutrage: 0,8 po H_2O.

81-08-21

Installation d'une poulie de 5 po de diamètre au ventilateur afin d'augmenter son débit.

Pression statique du lit de tourbe: 2,3 po H_2O, les fuites d'air ayant été colmatées.

81-08-25

Pression statique du lit de tourbe: 2,25 po H_2O

Inspection effectuée à l'intérieur de la chambre de distribution d'air aux tuyaux de 6 po:

à 1 pi du ventilateur: v= 1000 + pi/min
à 8 pi du ventilateur: v= 300 pi/min
à 16 pi du ventilateur: v= 10 pi/min

Un très faible débit d'air est perçu à l'entrée des tuyaux ondulés de 6 po.

L'air ne réussit donc pas à s'écouler librement à travers le lit de tourbe, la résistance à son passage étant trop forte. Nous décidons alors de réduire l'épaisseur du lit de 20 po à 12 po, d'abord sur une petite section (5 pi x 15 pi) et d'en mesurer l'effet.

Pression statique du lit de tourbe: 1,90 po H_2O

Débit équivalent du lit de tourbe total:
4272 pi^3/min (voir tableau IX).

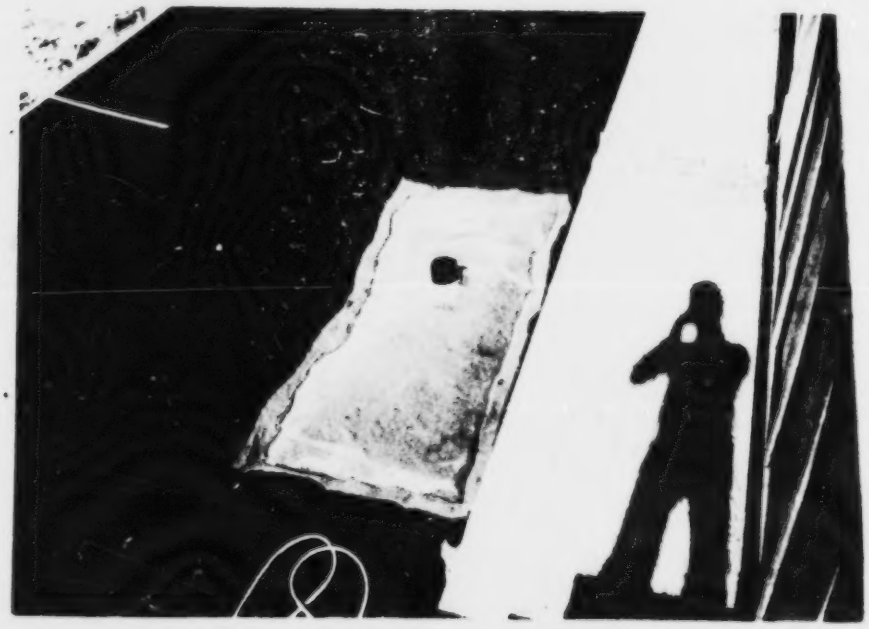
TABLEAU VIII
PRESSION STATIQUE DU LIT DE TOURBE

DATE	PRESSION STATIQUE (po H_2O)
81-08-04	0,80
81-08-21	2,30
81-08-25	2,25 1,90
81-08-27	1,75
81-09-02	1,30
81-09-03	1,10

TABLEAU IX
DEBIT D'AIR A TRAVERS LE LIT DE TOURBE

DATE		82-08-25	81-09-02	81-09-03
Surface d'échantillon*	pi^2	22	25	30,7
Diamètre de la cheminée du rectangle de polyéthylène	po	5,812	5,812	5,812
Vitesse de sortie de l'air (cheminée) Moyenne	pi/min	850	Nord: 700 Est: 900 800	Nord: 775 Ouest: 560 Sud: 450 595
Débit de la surface échantillonnée	pi^3/min	156,6	147,4	109,6
Vitesse de l'air dans le lit	pi/min	7,12	5,90	3,57
Débit total à travers le lit de tourbe	pi^3/min	4 272	3 540	2 142
		Débit moyen: 3 318 pi^3/min		

* Il s'agit d'une feuille de polyéthylène entourée d'une chaîne, voir la photo ci-après.



81-08-27

Réduction de l'épaisseur du lit de tourbe en entier à 10 - 12 po.

Pression statique: 1,75 po H_2O

Pression statique lorsque seulement les deux petits ventilateurs de la porcherie sont en marche et non le ventilateur en cage d'écureuil: 0,8 po H_2O.

Pression statique au lit de tourbe lorsque seulement les petits ventilateurs sont en marche et que le panneau de séparation (tourbe-laveur) est enlevé: 0,3 po H_2O.

Humidité de la tourbe: 75%.

81-09-02

Pression statique du lit de tourbe: 1,3 po H_2O (le panneau séparant l'air dirigé au lit de tourbe est enlevé).

Ampérage du moteur du ventilateur: 15 ampères.

Débit total à travers le lit de tourbe: 3540 pi^3/min

81-09-03

Débit du lit de tourbe total: 2,142 pi^3/min

Pression statique du lit de tourbe: 1,1 po H_2O (le panneau séparant l'air dirigé au lit de tourbe est enlevé).

Note: Il n'a pas plu abondamment depuis deux semaines et la tourbe a séché en surface.

81-09-30

N'ayant pas drainé le fond du lit de tourbe pendant un certain temps, celui-ci s'est rempli d'eau, ce qui est en mesure de réduire considérablement le débit d'air filtré. L'eau drainée est fortement colorée en noir, elle ne sent pas mauvais et son pH est de 8,05.

A cause de la pente du lit de tourbe permettant de drainer l'eau du côté nord, les tuyaux de distribution d'air sont plus vite submergés et la tourbe est aussi plus mouillée de ce côté. A l'aide de chandelles produisant de la fumée, nous avons pu vérifier qu'une quantité d'air beaucoup plus grande s'écoule du côté sud.

Il faudra donc à long terme empêcher l'accumulation de l'eau de pluie dans le fond du lit de tourbe.

4.2.3.2 Analyse de la tourbe ayant servi à filtrer l'air

Là où l'air vicié est filtré, la tourbe apparaît noire. Nous avons fait analyser un échantillon de cette tourbe par rapport à un échantilon de tourbe n'ayant pratiquement pas été utilisée. Les résultats sont présentés au tableau X.

TABLEAU X
COMPOSITION (N-P-K) DE LA TOURBE (1)

	TOURBE NOIRE (ayant servi à filtrer l'air)	TOURBE DE REFERENCE
N	2,62%	0,82%
P	41 ppm	27 ppm
K	160 ppm	140 ppm
Ca	410 ppm	530 ppm
Mg	463 ppm	536 ppm

(1) Analyse effectuée au laboratoire de recherche en sols du MAPAQ sous la direction de monsieur Morton Tabi.

4.2.3.3 Essai d'un cadre rempli de tourbe et adapté à un ventilateur

Comme on peut le voir sur les deux photos suivantes, nous avons tenté d'adapter un cadre rempli de tourbe au dernier ventilateur (18 po) du côté est. La tourbe s'est compactée rapidement et il a été difficile d'empêcher les fuites d'air en haut du cadre. Nous avons ajouté de la tourbe pour colmater les fuites, mais ce tamis de 3 1/2 po à 4 po d'épaisseur de tourbe s'est avéré totalement résistant au passage de l'air.

4.2.3.4 Résultats obtenus

Les résultats de l'évaluation du lit de tourbe sont présentés au tableau XI.

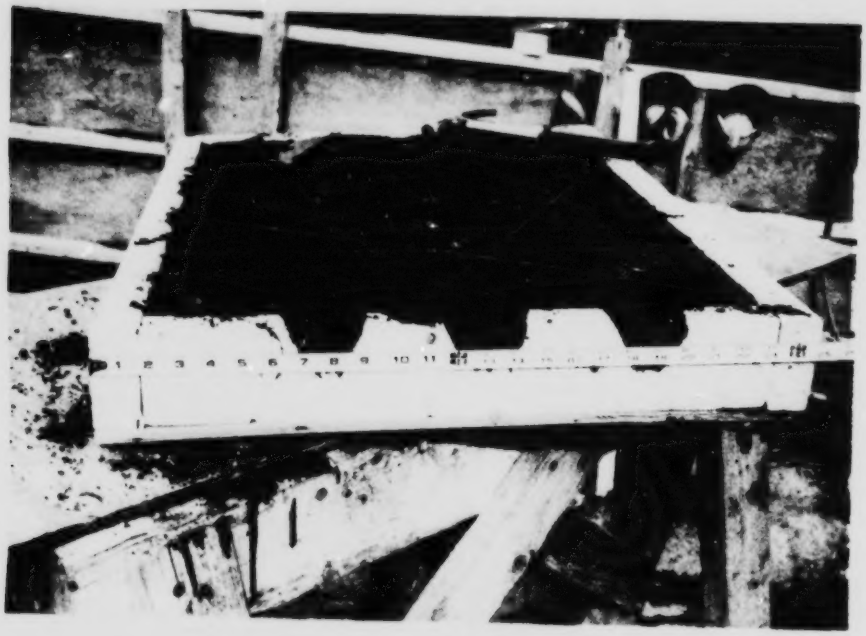


TABLEAU XI: RESULTATS DE L'EVALUATION DU LAVEUR A COLONNE GARNIE

DATE		81-08-04	81-08-25	81-08-26	81-09-02	81-09-02	81-09-02
TOURBE (To) AIR VICIE (A.V.)	TRI-PACKS (T-P) SANS ODEUR (S.O.)	(To)vs(A.V.)	(To)vs(A.V.)	(To)vs(A.V.)	(To)vs(A.V.)	(To)vs(T-P)	(To)vs(S.O)
No de code des tissus	Réf.: annexes C & D	719-174-668	371-632-863	197-459-932	278-649-192	278-514-967	192-736-608
Epaisseur de tourbe	(po)	20	12	12	12	12	12
Pression statique	(po H_2O)	0,8*	1,90**		1,30***		
Débit d'air total	(pi^3/min)		4272		3540		
Degré de différence évalué par le jury	Cote: légère (1) modérée (2) sensible (3) extrême (4)	3,00	3,11	3,00	3,12	2,44	1,44
Intensité de chaque tissu évalué par le jugé	Echelle en 9 points 1= aucune odeur ... 9= odeur extrême	2,9 6,6	2,3 7,1	2,0 6,6	1,9 6,8	2,1 5,9	3,4 1,2
Notes:		*Avant l'application du plastique à calefeutrage.	**Les fuites ayant été colmotées et l'épaisseur de tourbe réduite		***Le panneau séparant l'air dirigé au lit de tourbe est enlevé		
Temps d'échantillonnage	(min)	15	15	30	30	30	30

4.3 Discussion

4.3.1 Efficacité pour la réduction des odeurs

Comme on peut le voir au tableau XII, le lit de tourbe fait preuve d'une grande efficacité pour la réduction des odeurs de porcheries. Dans tous les essais, le jury a perçu une différence hautement significative entre l'air traité et l'air non traité. Le degré de cette différence est en moyenne de 3,06 (sensible) alors qu'il n'était que de 1,43 pour le laveur à colonne garnie.

Pour l'évaluation de l'intensité de l'odeur résiduelle, selon l'échelle 1 (aucune odeur) à 9 (odeur extrême), l'air traité obtient une cote de 2,27 par rapport à 6,77 pour l'air vicié. Ceci implique un taux de réduction de l'odeur de l'ordre de 78%: $\left[\frac{(6,77 - 1) - (2,27 - 1)}{(6,77 - 1)}\right] \times 100.$

De plus, la majorité des observateurs qui se sont présentés sur les lieux ont trouvé l'odeur du lit de tourbe très acceptable.

TABLEAU XII
EVALUATION OLFACTIVE DU LIT DE TOURBE

I) [Lit de tourbe] vs [Air vicié]

	Degré de différence entre l'air vicié et l'air traité (annexes C et D)	Intensité de l'odeur selon l'échelle 1 à 9 (annexes C et D) [Air traité]	vs	[Air vicié]
81-08-04	3,00	2,9	vs	6,6
81-08-25	3,11	2,3	vs	7,1
81-08-26	3,00	2,0	vs	6,6
81-09-02	3,12	1,9	vs	6,8
Moyenne	3,06	2,27	vs	6,77

II) [Lit de tourbe] vs [Tri-Packs]

81-09-02	2,44	2,1		5,9

III) [Lit de tourbe] vs [Tissu sans odeur]

81-09-02	1,44	3,4		1,2

Lorsque l'on compare l'air du lit de tourbe avec l'air traité par la colonne garnie (tableau XII), la différence (2,44) se situe entre modérée et sensible et leur intensité respective sur l'échelle 1 à 9 est de 2,1 vs 5,9. Ceci confirme les résultats présentés plus haut à l'effet que le lit de tourbe s'avère significativement plus efficace que le laveur à colonne garnie.

Nous avons aussi comparé l'odeur de l'air traité par le lit de tourbe avec celle d'un tissu sans odeur (tableau XII). Le degré de différence est de 1,44 (entre légère et modérée) et l'intensité respective sur l'échelle 1 à 9 est de 3,4 vs 1,2 pour le tissu sans odeur. L'air traité véhicule donc une odeur résiduelle, mais définitivement différente et moins intense que celle de l'air vicié.

4.3.2 Valeur ajoutée à la tourbe

Comme nous avons pu le voir au tableau X, la tourbe ayant servi un certain temps se trouve enrichie d'azote et de phosphore. Ainsi, lors du remplacement de la tourbe usée par de la plus fraîche, la valeur fertilisante ajoutée pourrait permettre de récupérer une partie des frais encourus.

4.3.3 Problèmes reliés à l'utilisation de la tourbe

L'utilisation d'un lit de tourbe pose tout de même des problèmes importants à cause du faible débit d'air et de la grande pression statique requise pour faire passer l'air à travers.

Date	Débit à travers le lit de tourbe (pi^3/min)	Pression statique (po H_2O)
81-08-25	4272	1,90
81-09-02	3540	1,30*
81-09-03	2142	1,10*
Moyenne	3318	

* Le panneau séparant l'air dirigé au lit de tourbe est enlevé.

Nous observons une diminution du débit à mesure que la pression statique diminue (nous avons permis à l'air de s'écouler vers le laveur à colonne garnie en enlevant le panneau de séparation) mais aussi à mesure que le lit de tourbe se compacte. Selon les paramètres du lit de tourbe construit en Allemagne, nous avions prévu un débit par unité de surface de 15,5 $pi^3/min.pi^2$, mais nous n'obtenons en moyenne que 5,5 $pi^3/min.pi^2$, près de trois fois moins.

La raison de cette différence tient au fait qu'en Allemagne, on a très probablement utilisé une tourbe beaucoup plus fibreuse (type sphaigne) en plus d'y incorporer des ramures de pin, ce que nous n'avons pas fait. Le même rapport fait état d'une pression statique de 0,5 po H_2O alors que la nôtre se situe entre 1,1 po et 1,9 po H_2O. Ceci s'explique par la compaction de la tourbe horticole utilisée à défaut de mousse de sphaigne, celle-ci n'étant pratiquement pas disponible au Québec.

En somme, le débit d'air obtenu lors de nos essais ne correspond pas à l'ordre de grandeur recherché. La porcherie de monsieur Blais mesure 55 pi x 140 pi et il faudrait une surface de tourbe de 30 pi x 130 pi pour traiter tout l'air évacué. Selon le débit obtenu en Allemagne (15,5 $pi^3/min/pi^2$) et qui nous semble un minimum, la surface requise serait de 15 pi x 120 pi.

En plus de limiter le débit d'air et de requérir ainsi une surface énorme, le lit de tourbe actuel exige une pression statique élevée qui ne peut pas être assurée par les ventilateurs existants. Cette pression élevée implique l'utilisation de ventilateurs d'appoint mais aussi une consommation énergétique élevée. Les calculs suivants comparent la consommation énergétique du lit de tourbe avec celle du laveur à colonne garnie.

Lit de tourbe actuel:

Courant du moteur entraînant le ventilateur d'appoint: 15 ampères.

Débit d'air traité (max.): 4300 pi^3/min

Energie consommée: $\frac{15 \times 230 \times 0,8}{1000} = 2,76$ kW

(1) Energie par 1000 pi^3/min:

$$\frac{2,76 \times 1000}{4300} = 0,64 \ \frac{kW}{1000\ pi^3/min}$$

Laveur à colonne garnie:

Courant du moteur entraînant la pompe de recirculation d'eau: 17 ampères

Débit d'eau traité (max.): 20 300 pi^3/min

Energie consommée: $\frac{17 \times 230 \times 0,8}{1000} = 3,13$ kW

(2) Energie par 1000 pi^3/min:

$$\frac{3,13 \times 1000}{20\ 300} = 0,154 \ \frac{kW}{1000\ pi^3/min}$$

Rapport $\frac{(1)}{(2)} = \frac{0,64}{0,154} = 4,16$

Le lit de tourbe actuel consomme donc quatre fois plus d'énergie que le laveur à colonne garnie.

Maintenant, après trois mois de fonctionnement, il semble que le nombre de fissures dans le lit de tourbe ait augmenté au point où une partie de l'air le traverse pratiquement sans être traité. D'après monsieur Blais, le lit de tourbe aurait commencé à sentir mauvais, il apparaît donc important de trouver un moyen efficace d'empêcher la compaction de la tourbe et du même coup d'augmenter le débit.

4.3.4 Eventail des possibilités permettant d'augmenter le débit

A) Empêcher la compaction de la tourbe horticole

Afin d'empêcher la compaction de la tourbe, une protection contre la pluie s'avère d'abord nécessaire, ce qui implique la construction d'un toit. Malgré cela, la tourbe devra tout de même être maintenue humide par un léger arrosage et être relevée périodiquement soit à l'aide d'une fourche, ce qui est un travail long et fastidieux ou à l'aide d'un genre de rotoculteur adapté pour cette application ce qui serait passablement coûteux.

On voit que pour empêcher la compaction de la tourbe horticole, il faut ajouter un coût substantiel au système. De plus, nous croyons que l'addition de ramures de pin à la tourbe peut diminuer l'effet de compaction, mais ne permet pas de garantir le rendement espéré.

B) Réduire l'épaisseur du lit

Lors des essais, nous avons aussi fait l'expérience de réduire l'épaisseur du lit de tourbe à environ 6 po sur une petite surface. Tout d'abord, puisque cette tourbe repose sur une base de gros cailloux, il est difficile d'ajuster correctement l'épaisseur du lit sur toute la surface. De plus, nous avons remarqué que l'air sous pression tend à ouvrir des cannelures verticales dans un lit peu épais et sort à grand débit sans être traité. Il n'est donc pas recommandable de réduire l'épaisseur du lit de tourbe à moins de 10-12 po.

C) Utiliser de la tourbe beaucoup plus fibreuse

Dans le rapport concernant l'expérience réalisée en Allemagne, on dit que de la tourbe fibreuse a été utilisée. Ils ont ainsi pu obtenir un débit d'air trois fois plus grand que le nôtre et sous une pression de 0,5 po H_2O seulement au lieu de 1,75 po.

Il serait donc possible de tripler le débit d'air en utilisant la mousse de surface des tourbières ou de la tourbe fibreuse récoltée en blocs ou à l'aide d'une technique ne brisant pas les fibres. Toutefois, ce type de tourbe n'est presque pas disponible sur le marché québécois et compte tenu de la grande quantité requise, son utilisation augmenterait de façon significative le coût du système.

Il faudrait de toute façon s'attendre à une réduction importante du débit des ventilateurs existants et s'assurer qu'ils peuvent fonctionner continuellement contre une pression statique de 1/2 po H_2O.

Enfin, la tourbe fibreuse requiert elle aussi un entretien non négligeable: il est important qu'elle ne sèche pas car elle se brise alors en fine poussière et d'après l'expérience d'Allemagne, elle doit être relevée aux six mois et remplacée après 4 à 6 ans d'utilisation.

4.4 Coût du système

Pour l'expérimentation du lit de tourbe, nous avons regroupé deux ventilateurs d'une capacité totale de 7800 pi^3/min. Toutefois, le débit d'air maximal à travers le lit n'a été que de 4270 pi^3/min.

	Coûts
Construction (matériaux + travail):	1650 $
Pierre concassée et poussière de pierre:	360 $
Tourbe en vrac (75,00 $/20 verges cubes):	200 $
Ventilateur (usagé):	350 $
Moteur (1):	334 $
Electricité (installation):	276 $
Divers (transport, nivelage, etc.):	100 $
TOTAL:	3270 $

Coût en capital selon le débit d'air actuel:

$$\frac{3270}{4270} = 0{,}77 \text{ \$/pi}^3\text{/min}$$

Coût en capital selon le débit par unité de surface obtenu en Allemagne:

$$\frac{3270 + \text{supplément pour la tourbe}}{9300} = 0{,}35 \text{ \$} - 0{,}40 \text{ \$/pi}^3\text{/min}$$

Coût énergétique de fonctionnement (au débit actuel):

Courant du moteur entraînant le ventilateur d'appoint: 15 ampères.

Débit d'air traité: 4270 pi^3/min

Energie consommée:

$$W = \frac{I \times E \times F.P.}{1000} = \frac{15 \times 230 \times 0,8}{1000} = 2,76 \text{ kW}$$

Coût @ 0,03 $/kWh:

a) $2,76 \frac{kWh}{h} \times 24 \frac{h}{j} \times 30,4 \frac{j}{mois} \times 0,03 \frac{\$}{kWh} = 60,40$ $/mois

b) $\frac{60,40 \times 1000}{4270} = 14,1 \frac{\$}{mois/1000\ pi^3/min}$

4.5 Conclusion

Le lit de tourbe permet de réduire l'intensité de l'odeur d'environ 78% et fait preuve à ce titre d'un rendement hautement acceptable. Toutefois, la tourbe horticole se compacte rapidement, particulièrement sous l'effet des pluies, ce qui restreint énormément le débit d'air (5,5 pi^3/min/pi^2) et fait augmenter la pression statique du ventilateur (1,75 po H_2O). Dans ces conditions, un lit de tourbe ne s'adapte pas aux ventilateurs existants et requiert une surface énorme pour traiter l'air d'une porcherie.

Cette technique s'avère plus efficace que le laveur à colonne garnie, mais elle est aussi plus coûteuse en investissement (0,77 $/pi^3/min) et en énergie requise pour son fonctionnement (environ quatre fois plus). En utilisant de la tourbe beaucoup plus fibreuse, comme celle utilisée en Allemagne, il serait possible de tripler le débit et de réduire le coût en capital à environ 0,35 $ - 0,40 $/pi^3/min. Malgré cela, les problèmes d'entretien et de coût énergétique de fonctionnement pourraient s'avérer beaucoup plus onéreux à long terme que ceux du laveur à colonne garnie.

4.6 Recommandations

La tourbe fibreuse telle qu'utilisée en Allemagne n'étant pas disponible sur le marché québécois et le système requérant une pression statique élevée (coût en énergie) ainsi qu'un entretien plus minutieux que le laveur à colonne garnie, nous recommandons que l'utilisation d'un lit de tourbe soit limitée au traitement de faibles débits d'air lorsqu'une grande efficacité est requise. Ainsi, pour la plupart des porcheries, le choix d'un laveur à colonne garnie nous apparaît donc moins coûteux et plus approprié.

Toutefois, le lit de tourbe étant toujours opérationnel à la ferme de monsieur Blais, nous recommandons tout de même d'en vérifier le rendement ainsi que le degré de saturation suite à une plus grande période de fonctionnement.

Par ailleurs, si l'on désirait utiliser les facilités existantes pour mettre au point un système complémentaire au laveur à colonne garnie, qui fonctionnerait éventuellement tout l'hiver, la tourbe actuelle pourrait expérimentalement être remplacée sur une petite surface par des écorces

de conifères. Lors d'un essai en laboratoire effectué aux Etats-Unis (voir le rapport à l'annexe F), les écorces ont démontré un excellent potentiel d'absorption des odeurs émises par la liqueur Kraft des pâtes et papiers.

5.0 ESSAI DU LAVEUR A JET AUTO-AMORCE (type orifice)

5.1 Principaux critères de sélection

Ce type de laveur utilise l'impulsion apportée par la vitesse du gaz pour former un brouillard turbulent favorisant un contact gaz-liquide le plus complet possible. En raison de son principe de fonctionnement, ce genre d'appareil s'adapte bien aux grands débits de l'ordre de ceux utilisés dans la ventilation des porcheries.

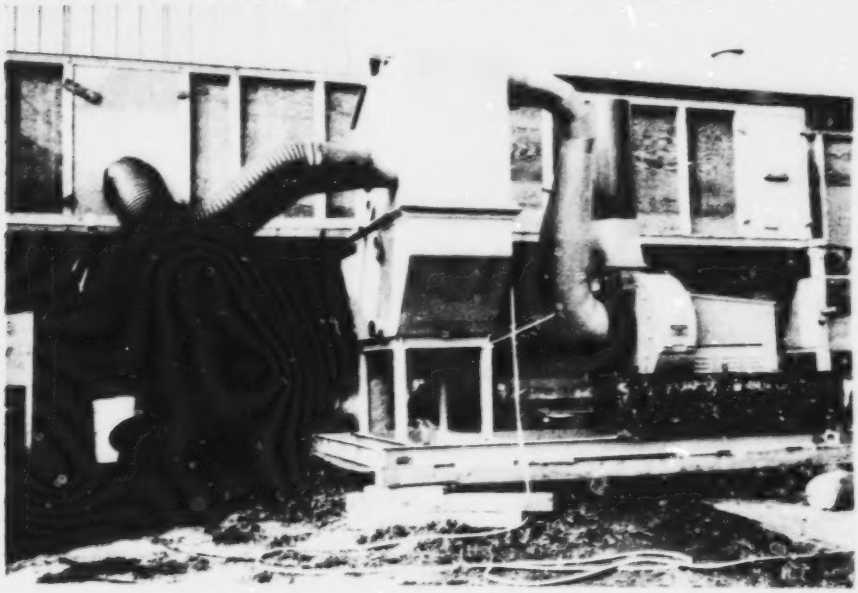
L'enlèvement des poussières s'effectue par impact et entraînement avec les gouttelettes vers la phase liquide. Le gaz vient aussi en contact avec d'infime gouttelettes atomisées dont la dimension et la quantité sont fonction de la géométrie du laveur et du débit de gaz, mais ne sont pas vraiment contrôlables ni mesurables. L'efficacité de ces appareils est en général de 90% pour l'enlèvement des particules de 2 microns et plus.

En somme, la simplicité d'un tel appareil (aucune pièce mécanique mobile sauf le ventilateur) et son efficacité élevée ont été les motifs justifiant la mise à l'essai d'un laveur à jet auto-amorcé. Nous avons donc loué à cette fin une unité pilote de marque "Whirl Wet" à la compagnie Tri-Mer représentée par Henlex à Montréal.

5.2 Description des travaux

5.2.1 Paramètres du système

Le détail du fonctionnement et des particularités du "Whirl Wet" est présenté dans le feuillet de la compagnie, inclus à l'annexe G. La photo suivante montre l'installation à la ferme.



5.2.2 Essais réalisés

81-08-28

Fonctionnement durant 95 minutes sans ajouter de l'eau au réservoir:

Perte de pression: au départ: 7,7 po H_2O
à l'arrêt: 7,3 po H_2O

Distance entre le niveau de l'eau dans le réservoir et le couvercle du dessus:

au départ: 4 5/8 po
à l'arrêt: 5 5/16 po

Quantité d'eau utilisée:

$$(5,3125 - 4,625 \text{ po}) \times 62 \text{ po} \times 24 \text{ po} \times \frac{1}{95 \text{ min}} \times$$

$$0,003606 \frac{\text{gal. imp.}}{\text{po}^3} \times 60 \frac{\text{min}}{\text{h}} = 2,33 \text{ gal. imp./h}$$

Fonctionnement durant 30 minutes, le niveau d'eau étant contrôlé.

Distance entre le niveau de l'eau dans le réservoir et le couvercle du dessus: 6,0 po.

Perte de pression: 6,6 po H_2O

TABLEAU XIII
DEBIT D'AIR DU "WHIRL WET"

Conditions: température de l'air: 25° C (77° F)
pression barométrique: standard
diamètre du tuyau de sortie: 12,5 po int.

POINT DE LECTURE NO	PRESSION (P) DUE A LA VITESSE (TUBE DE PITOT) po.H_2O	VITESSE ($V = 4005\sqrt{P}$) (pi/min)
1	0,6	3 102
2	0,6	3 102
3	0,75	3 468
4	0,75	3 468
5	0,8	3 582
6	0,8	3 582
7	0,75	3 468
8	0,72	3 398
9	0,7	3 351
10	0,65	3 229
11	0,63	3 179
MOYENNE		3 357

$$A = \frac{\pi}{4} \times \left(\frac{12,5}{144}\right)^2 = 0,852 \text{ pi}^2$$

$$Q = VA = 3357 \frac{\text{pi}}{\text{min}} \times 0,852 \text{ pi}^2 = 2861 \text{ pi}^3/\text{min}$$
$$(4863 \text{ m}^3/\text{h})$$

81-09-01

Fonctionnement durant 30 minutes, le niveau d'eau étant contrôlé.

Perte de pression: 6,5 po H_2O

81-09-02

Mesure de l'intensité du bruit à proximité du "Whirl Wet", c'est-à-dire à une distance (d) de 1,0 m et une élévation (h) de 1,5 m par rapport au sol: côté est: 95 dBA
côté nord: 89 dBA
côté sud: 94 dBA

Pour fins de comparaison, nous avons aussi mesuré l'intensité du bruit à proximité de la pompe de recirculation du laveur et d'un ventilateur de séchoir à grain:

Pompe de recirculation (d= 1,0 m, h= 0,3 m):
côté ouest: 78 dBA
côté nord: 80 dBA

Ventilateur Victoria (d= 1,0 m, h= 1,5 m):
(séchoir à grain)

face au ventilateur: 100 dBA
de côté: 93 dBA

Enfin, les résultats de l'évaluation du Whirl Wet sont présentés au tableau XIV,

TABLEAU XIV
RESULTATS DE L'EVALUATION DU WHIRL WET

DATE		81-08-28	81-09-01
Whirl Wet (W.W.) Air vicié (A.V.)		(W.W)vs(A.V.)	(W.W.)vs(A.V.)
No de code des tissus	Réf. annexes C & D	783-579-865	853-725-631
Degré de différence évalué par le jury	Cote: légère (1) modérée (2) sensible (3) extrême (4)	1,62	Aucune différence
Intensité de chaque tissu, évaluée par le jury	Echelle en 9 points 1= aucune odeur ... 9= odeur extrême	3,0 5,5	

5.3 Discussion

La perte de pression d'un laveur à jet auto-amorcé varie normalement de 2 à 6 po H_2O selon la conception du système, celle du "Whirl Wet" devrait être de 2 à 3 po H_2O selon les données initiales obtenues. Sur place, nous avons toutefois été étonnés de constater que la perte de pression de l'unité pilote se situait à 6,5 po H_2O, ce qui fut ensuite confirmé comme étant exact par la compagnie.

Une telle perte de pression requiert une grande dépense en énergie (l'unité pilote était munie d'un moteur de 10 CV), ce qui rend ce type d'appareil peu approprié pour l'application qui nous intéresse.

Nous avons observé une légère efficacité dans la réduction de l'odeur, mais les essais prévus n'ont pas tous été réalisés car il est apparu évident que ce type d'appareil ne répond pas aux besoins d'une porcherie. Le "Whirl Wet" s'est de plus avéré très bruyant (85 dBA à 1,0 m), ce qui ajoute un autre handicap à son utilisation.

5.4 Coût du système

Le coût d'un "Whirl Wet" d'une capacité de l'ordre de 10 000 à 50 000 pi^3/min est de 6,00 $/$pi^3$/min et la puissance requise est d'environ 1 CV/230 pi^3/min.

5.5 Conclusion

L'unité pilote "Whirl Wet" qui fut mis à l'essai est définitivement un appareil industriel, et bien qu'il soit relativement efficace, il n'est définitivement pas approprié aux besoins d'une porcherie.

5.6 Recommandation

Etant donné le coût d'achat et la puissance requise pour faire fonctionner un laveur du type "Whirl Wet", nous ne recommandons pas son utilisation pour réduire les odeurs de porcheries.

6.0 MASQUAGE (essai supplémentaire)

Ayant reçu de la compagnie Norda de Toronto quelques échantillons de déodorants industriels, nous avons choisi de mettre à l'essai le Tutti-Frutti no OM-C.028 dans notre laveur à colonne garnie. Ce produit étant sous forme d'huile, nous avons mélangé environ 35 g de parfum à une petite quantité (2 - 5 g) d'agent mouillant, le Triton X-100 pour que le tout s'incorpore à l'eau de recirculation du laveur.

Après 3 - 4 minutes, nous avons perçu l'odeur agréable du parfum à la sortie du laveur, mais tel que prévu à cause de la présence de l'émulsifiant, l'eau s'est mise à mousser abondamment. Nous avons alors ajouté un peu d'antimousse (diméthyle de silicone SF-96(100) ce qui a réglé le problème.

L'odeur de l'air ainsi parfumée nous est apparue beaucoup plus acceptable pendant au moins 1½ - 2 heures après l'application.

Cette façon d'ajouter un parfum à l'air n'est évidemment pas commune et ne constitue qu'une évaluation grossière du rendement.

Par ailleurs, il est possible que le résultat positif de notre brève évaluation provienne du fait que nous avons combiné en même temps deux modes de traitement (lavage + masquage) en parfumant l'odeur résiduelle. A note avis, il y aurait lieu de vérifier expérimentalement le potentiel complémentaire de cette technique qui pourrait être appliquée les belles journées d'été et les fins de semaine.

Les coûts de quelques produits de masquage sont présentés au tableau XV.

TABLEAU XV
COUT DE QUELQUES PRODUITS DE MASQUAGE*

"Tutti-Frutti" OM-C.208	8,25 $/kg
"Air Freshner" 567 OM-C.029	28,70 $/kg
"Lemon" 150/R OM-C.030	13,00 $/kg
"Lemon" 515/R OM-C.031	15,35 $/kg
"Sassafras" OM-C.032	10,45 $/kg
"Spruce" OM-C.033	8,65 $/kg

* Coûts de la compagnie Norda, Toronto, Ontario, en date du 11 mai 1981.

De plus, ce type de produit de masquage est aussi disponible chez les compagnies suivantes:

Florasynth Canada Limitée
4667, rue Hickmore
Montréal (Québec)
H4T 1K2
Tél.: (514) 341-3785

Givaudan Limitée
3470, rue St-Antoine
Montréal (Québec)
H4C 1A9
Tél.: (514) 933-3656

7.0 CONCLUSION GENERALE

Comme on peut le voir au tableau XVI, le "Whirl Wet" est beaucoup trop coûteux pour une porcherie et le lit de tourbe pose des problèmes de compaction impliquant des frais de fonctionnement et d'entretien assez importants.

Ainsi, parmi les trois techniques mises à l'essai, le laveur à colonne garnie s'avère le plus simple et le moins coûteux. Son efficacité actuelle de 42% est un minimum acceptable, mais il est possible de l'améliorer par une meilleure distribution de l'eau, en inoculant celle-ci avec des boues activées et en augmentant de 10 à 15 po l'épaisseur du garnissage.

De plus, l'addition d'un parfum à l'odeur résiduelle pourrait s'avérer une intéressante technique complémentaire pour les belles journées d'été et les fins de semaine.

TABLEAU XVI
COMPARAISON DES TROIS SYSTEMES DE TRAITEMENT

	LAVEUR A COLONNE GARNIE	LIT DE TOURBE	WHIRL WET
EFFICACITE (%)	42 (1)	78	approx. 55
Coût en capital ($/pi^3/min)	0,41	0,77 0,35 - 0,40 (2)	6,00
Consommation énergétique (kW/1000 pi^3/min)	0,154	0,640	3,2
Problèmes	-Uniformité du débit d'air (corrigé) -Mousse (corrigé) -Distribution d'eau sur le garnissage -Regénération de l'eau de lavage	-Pression statique élevée. (3) -Faible débit d'air -Compaction de la tourbe. -Très grande surface requise.	-Coût -Très bruyant

(1) A ce rendement s'ajoute un certain facteur pour la dispersion de cet air humidifié et refroidi.

(2) En utilisant de la tourbe très fibreuse (si disponible).

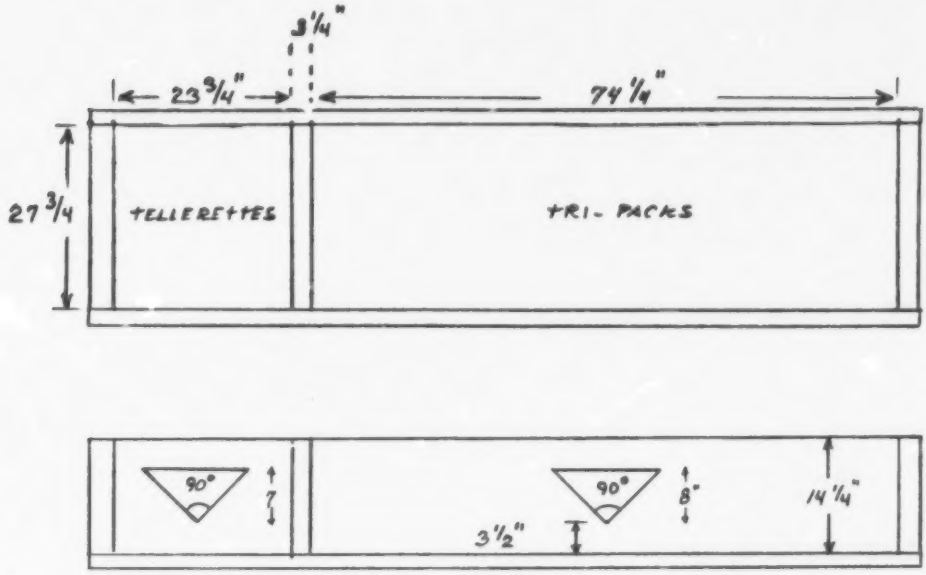
(3) Ne s'adapte pas aux ventilateurs existants.

A N N E X E "A"

CALCUL DU DEBIT D'EAU RECIRCULEE (DEVERSOIRS EN V)

CALCUL DU DEBIT D'EAU RECIRCULEE (DEVERSOIRS EN V)

A) Schéma des déversoirs:



B) Calcul de base:

	TRI-PACKS	TELLERETTES
Hauteur d'eau moyenne au-dessus de la base du V (H):	13,5 cm (5,31 po)	9,4 cm (3,70 po)

Déversoir en V de 90°: [$Q\ (pi^3/s) = 25,2\ H^{2,47}$] formule de King

où H= hauteur en pieds.

Débit (pi^3/s):	0,337	0,138
(US gpm):	151	62
Total (US gpm):	213	

C) Calcul du débit corrigé

Le débit mesuré à l'aide d'un déversoir rectangulaire comprend une marge d'erreur de 3% lorsque toutes les dimensions standards sont respectées (Perry, 5-17). Lorsque la hauteur de l'eau qui déborde est plus grande que la largeur d'un déversoir rectangulaire, l'erreur augmente à 7%. Quant au déversoir en V, il est très souvent utilisé car il permet de mesurer des débits plus petits et aussi une plus grande gamme de débits mais il s'avère un peu moins précis.

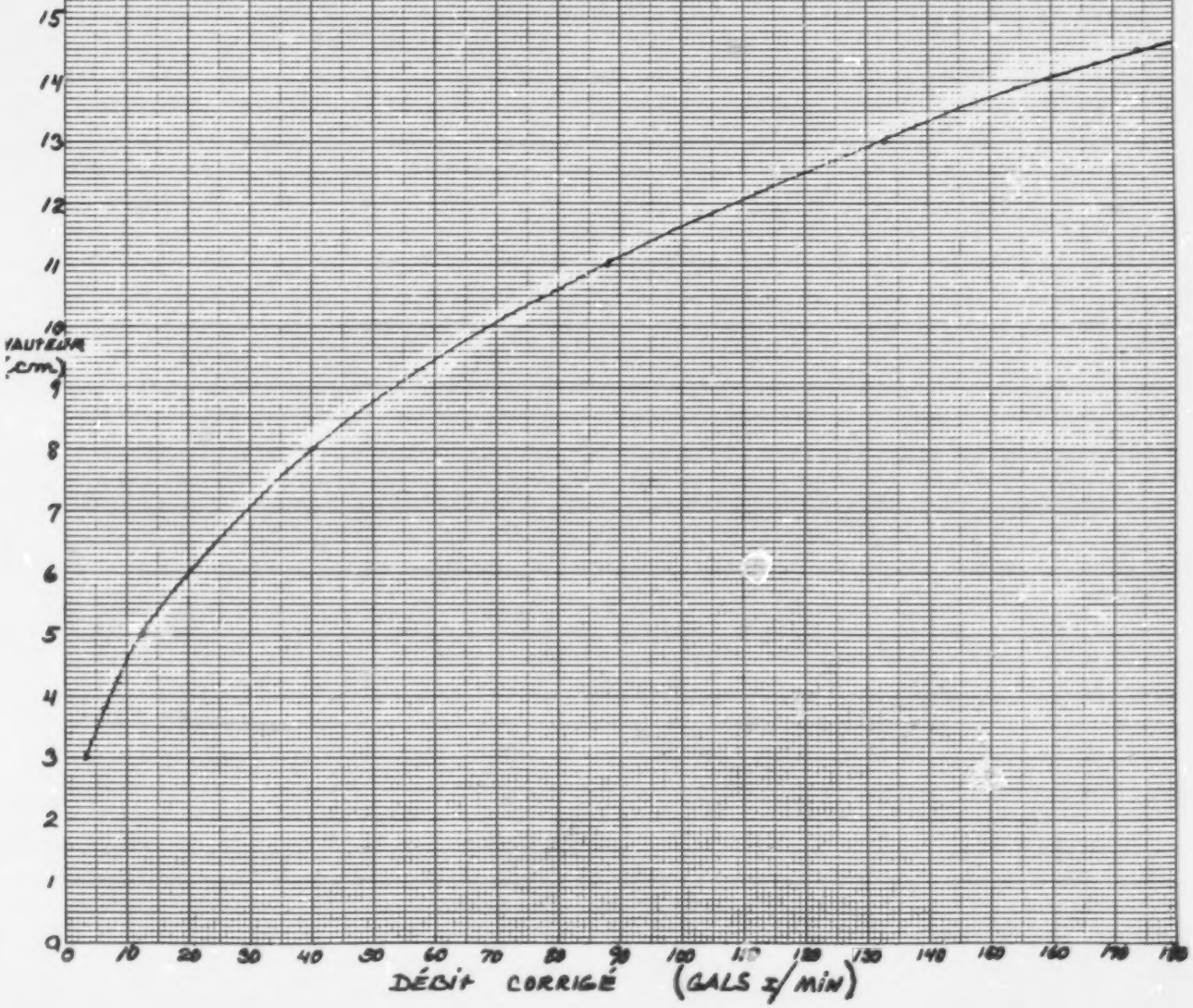
En fait, tel que mentionné dans le "Chemical Engineering" du 20 octobre 1980 (page 112), les erreurs induites par différentes interférences impliquent généralement une mesure du débit inférieure à la réalité. Ainsi, lors de la construction des déversoirs à la porcherie, les contraintes d'espace n'ont pas permis de respecter intégralement tous les critères standard tel un écoulement uniforme et non turbulent vers le déversoir. Nous allons donc calculer une correction moyenne de débit à partir de la courbe de capacité de la pompe.

La hauteur totale y compris les pertes de charge étant de 20 pi, le débit de la pompe no 15 MT (@ 1750 rpm) est de 247 US gpm.

Correction du débit: $\frac{(247 - 213)}{213} \times 100 = +16\%$

DÉVERSOIR EN V (90°)

COURBE DU DÉBIT CORRIGÉ (+16%) VS LA HAUTEUR DU LIQUIDE EN DÉBORDEMENT



MONARCH INDUSTRIES LIMITEE

POMPES CENTRIFUGES A AUTO-AMORÇAGE

SERIE MT — POMPES CENTRIFUGES NORMALISEES — A ARBRE DE TRANSMISSION

Numéro de modèle	Numéro de catalogue	Poids à l'expéd	Aspir et refoul	TRANSMISSION Dim de l'arbre	TRANSMISSION Logement Clavette	Base soudée Num de catal	Montage Num de catal
4MT	610990	35	1½"	⅝"	⅜"	612100	613500
6MT	611000	68	2"	⅞"	⅜"	612110	613500
7MT	611010	105	2"	1¼"	¼"	612110	613200
10MT	611020	106	2"	1¼"	¼"	612110	613200
15MT	611030	160	3"	1⅛"	¼"	612120	613510
20MT	611040	160	3"	1¼"	¼"	612120	613510
40MT	611060	277	4"	1⅝"	⅜"	612130	613520
90MT	611070	712	6"	1⅞"	½"	612140	613520

Les unités comprennent la crépine d'aspiration et la clavette d'arbre.

CARACTERISTIQUES

Numéro du Modèle	Aspir et refoul	tr/mn	Moteur CV	Hauteur totale d'aspiration dynamique	HAUTEUR TOTALE Y COMPRIS LES PERTES DE CHARGE EN PIEDS · DEBIT EN GAL. U.S./MINUTE POUR UNE HAUTEUR D'ASPIR. TOTALE DE 10 PDS.													
					10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130	140	150
4MT	1½"	1750 3450	¼ 1½	5	23		75	56	27										
6MT	2"	1750 3450	½ 3	10	72	28 167	156	141	120	96	70	39	8						
7MT	2"	1750 3450	1½ 10	10 20		136	88	4					195	188	177	158	128	72	16
10MT	2"	1750 3450	2 15	10 20			108	5		237	236	235	234	230	222	205	176	127	47
15MT	3"	1750 3450	3 20	10 15		247	185	80									276	249	216
20MT	3"	1750 3200	5 20	10 15			228	133					330	324	313	292	255	195	103
40MT	4"	1750 2400	15 25	15 15			707	640	545	410	160	690	664	625	564	455	217	72	
90MT	6"	1750 2000	50 70	15 15					1580	1510	1470 1620	1400 1590	1310 1550	1190 1500	1050 1440	880 1370	660 1270	380 1150	1020

SERIE 77T — POMPES CENTRIFUGES POUR EAUX CHARGEES — A ARBRE DE TRANSMISSION

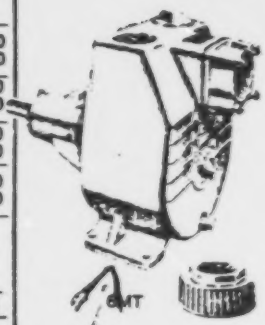
Numéro de modèle	Numéro de catalogue	Poids à l'expéd	Aspir et refoul	Prends corps solides jusqu'à	TRANSMISSION Dim arbre	TRANSMISSION Logement Clavette	BASE SOUDÉE Num de catal	MONTAGE Num de catal
772T	608860	144	2"	1⅛"	1¼"	¼"	612110	613200
773TA	608940	190	3"	1½"	1¼"	¼"	612120	613510
773TB	608930	190	3"	2"	1¼"	¼"	612120	613510
774T	608910	418	4"	3"	1⅞"	⅜"	612130	613520
776T	611150	900	6"	3"	2"	½"	612140	613520

Les unités comprennent la crépine et la clavette d'arbre.

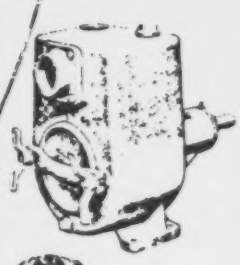
CARACTERISTIQUES

Numéro de modèle	Refoul	Prends corps solides jusqu'à	Tr/mn	Moteur CV	HAUTEUR TOTALE Y COMPRISE LES PERTES DE CHARGE EN PIEDS DEBIT EN GAL. U.S./MINUTE POUR UNE HAUTEUR D'ASPIR. TOTALE DE 10 PDS.													
					20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130	140	150
772T	2"	1⅛"	1750 3450	1½ 10	119	61	2						182	156	120	81	48	22
773TA	3"	1½"	1750 3200	5 20		232	105	14						350	346	285	191	113
773TB	3"	2"	1750 2600	5 15	310	268	116	13		356	326	224	96	29				
774T	4"	3"	1750 2400	15 35			675	600	404	120 745	740	732	694	590	452	288	95	
776T	6"	3"	1750 2000	50 70							1355	1255	1160 1445	1020 1380	850 1280	660 1165	420 1050	60 915

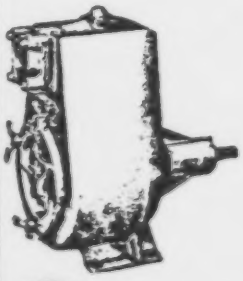
Pour couplages flexibles voir la page 63.



4MT



772T



774T

Les pompes de la Série 77T sont également idéales pour l'aspiration des eaux d'egout et pour les utilisations industrielles.

A N N E X E "B"

CONSOMMATION D'EAU PAR SATURATION DE L'AIR DANS LE LAVEUR A COLONNE GARNIE

CONSOMMATION D'EAU PAR SATURATION DE L'AIR DANS LE LAVEUR A COLONNE GARNIE

Conditions intiales (air de l'intérieur):

Température: 28° C (82,4° F)
Humidité relative: 68%
Volume spécifique: 13,7 + 0,56 (0,68)= 14,08 $\frac{pi^3}{lb\ air\ sec}$

Quantité d'eau initiale: 0,0162 $\frac{lb\ H_2O}{lb\ air\ sec}$

Conditions à la sortie du laveur:

Dans un mélange air-eau, les températures humides et les températures de saturation adiabatique sont approximativement les mêmes (Perry 12.2).

Ainsi: humidité relative: 100% (air saturé)
température de l'air: 23,3° C (74° F)
quantité d'eau finale: 0,0181 $\frac{lb\ H_2O}{lb\ air\ sec}$

Consommation d'eau:

$$\frac{(0,0181 - 0,0162) \times \frac{1}{14,08} \times \frac{35,3}{1} \times \frac{1}{62,4} \times \frac{28,3}{1} \times 1000}{} =$$

$$\frac{lb\ H_2O}{lb\ air\ sec} \times \frac{lb\ air\ sec}{pi^2\ d'air} \times \frac{pi^3\ d'air}{m^3\ d'air} \times \frac{pi^3\ H_2O}{lb\ H_2O} \times \frac{litre\ H_2O}{pi^3} \times \frac{m^3}{1000\ m^3}$$

= 2,16 litre d'eau/1000 m^3 d'air traité.

= 0,01346 gal. imp./1000 pi^3 d'air.

Débit d'air: soit 16 000 pi^3/min

Consommation d'eau (par saturation):

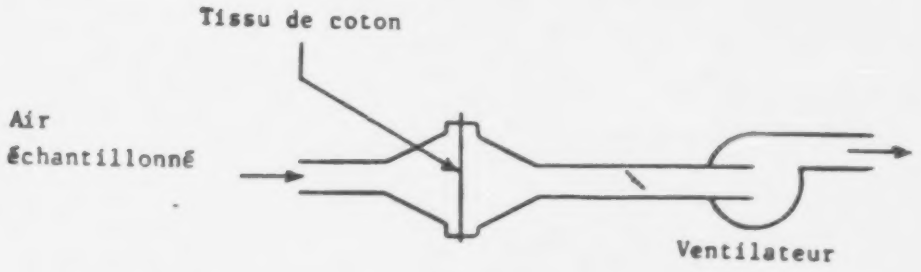
$\frac{16\ 000 \times 0,01346}{1000}$ = [0,21 gal. imp./min] ou [12,6 gal./h]

A N N E X E "C"

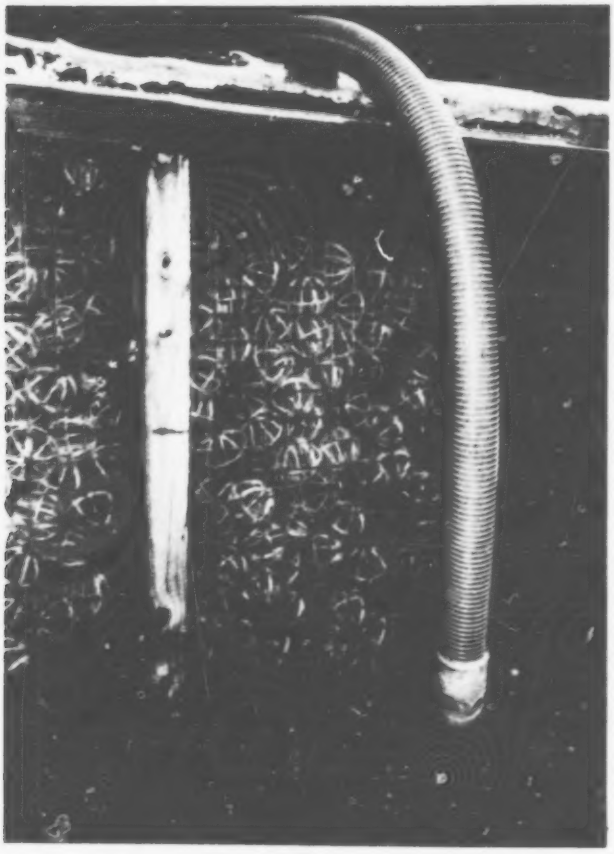
PROCEDURE D'ECHANTILLONNAGE ET D'EVALUATION DE L'ODEUR

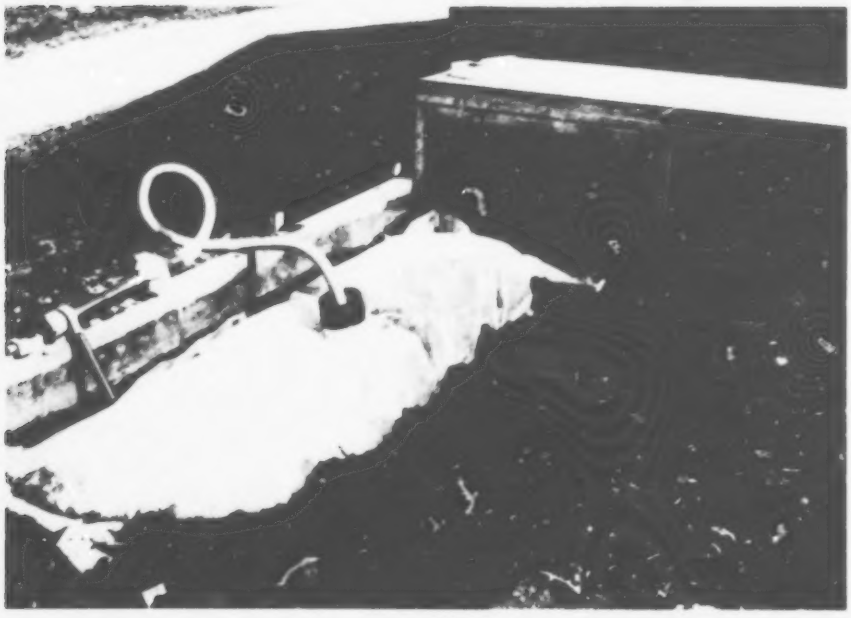
Procédure d'échantillonnage et d'évaluation de l'odeur

L'efficacité des systèmes mis à l'essai pour réduire les odeurs a été déterminée à l'aide de la technique d'absorption par un tissu mise au point par le Dr. R.J. Miner en Oregon et présentée dans le rapport d'étape no 1. Celle-ci consiste à pomper pendant 30 minutes l'air vicié (ou traité selon le cas) à travers un tissu de coton préalablement séché au four à 100° C pendant un minimum de 4 heures afin d'éliminer toute présence de matières volatiles dans le tissu. Le diamètre du tissu de coton à l'intérieur du tuyau est de 5 po et le débit du ventilateur est maintenu à 3,46 pi^3/min. On peut voir l'arrangement du système à la figure suivante et sur les photos ci-incluses. La longueur du tuyau flexible utilisé est de 80 po.



Absorption par un tissu





Le tissu ayant capté les poussières et absorbé une bonne partie des odeurs est découpé sur le champ en deux rectangles d'égale surface (4 x 8 cm). Chaque rectangle est identifié par un numéro de code à trois chiffres choisi au hasard, il est placé dans un sac de plastique et ensuite présenté à un jury de onze (11) personnes pour une évaluation organoleptique. Nous avons demandé aux individus de déterminer entre trois échantillons quel tissu comporte une odeur différente des deux autres, de chiffrer l'intensité de l'odeur perçue et d'indiquer le degré de différence entre les échantillons identiques et celui qui diffère.

Voici un spécimen du questionnaire utilisé:

EVALUATION OFFACTIVE DE L'ODEUR

(air de porcherie)

DATE:
HEURE:
NOM:

Parmi ces trois échantillons, deux sont identiques, le troisième est différent.

1. Indiquer celui qui est différent:

Code: 422
246
481

2. A partir de l'échelle suivante, chiffrer l'intensité de l'odeur:

1 2 3 4 5 6 7 8 9

Aucune Légère Modérée Forte Extrême

Le tissu différent: _____

Les deux autres: _____

3. Indiquer le degré de différence entre les échantillons identiques et celui qui diffère:

Légère: _____

Modérée: _____

Sensible: _____

Extrême: _____

La compilation et l'évaluation des résultats obtenus sont présentés à l'annexe B.

Sélection du jury

Etant donné que les odeurs de porcheries sont faciles à identifier, un entraînement spécial des membres du jury n'a pas été jugé nécessaire. Toutefois, ceux-ci ont été choisis selon des critères de bonne santé (pas de grippe) et de disponibilité afin qu'un minimum de huit (8) individus soient présents en tout temps et que les tissus ne demeurent pas plus d'une nuit (ou une fin de semaine) dans le sac avant d'être évalués. De plus, les membres du jury sont presque tous des non fumeurs (9 sur 11).

Les membres du jury ont été les suivants:

(1) Pierre Désilets
(2) Denis A. Gosselin
(3) Kee Leen
(4) Jean-Marie Vincent
(5) Sarto Buies
(6) Pierre Roy
(7) Sylvain Allard
(8) Jean Mailloux
(9) Roy Bevan
(10) Suzanne Coulombe
(11) Paul Locas

Fiabilité des résultats

L'élaboration de la procédure ainsi que l'analyse des résultats ont été tirées de la publication intitulée Méthodes d'appréciation sensorielle des aliments en laboratoire, E. Larmond, Ministre de l'Agriculture du Canada, publication 1637, 1979.

Pour l'essai triangulaire (voir la question no 1 du spécimen), le nombre de juges ayant identifié l'échantillon différent par rapport au nombre total de juges ayant évalué les échantillons, nous permet de connaître le seuil de signification (au tableau statistique 1 en annexe D) et donc de déterminer si les deux échantillons évalués sont statistiquement différents.

La question no 3 (voir le spécimen) demande d'évaluer l'intensité de l'odeur selon l'échelle hédonique en 9 points. Ensuite, les notes moyennes obtenues pour chacun des deux échantillons ont été comparées à l'aide du test-t et en utilisant le tableau statistique 2 (voir annexe D). Ce test permet de confirmer que la différence entre les échantillons A et B est bien significative.

A N N E X E "D"

RESULTATS DE L'EVALUATION OLFACTIVE DE L'ODEUR

RESULTATS DE L'EVALUATION OLFACTIVE DE L'ODEUR

Date: 81-08-4

EVALUATION: 81-08-13

Essai triangulaire

No de code	Description	(t)
422	tri-Packs (1 touche sur le côté)	15 min.
296	Air Vicié	15 min.
981	tri-Packs " "	15 min.

Nombre de juges ayant évalué les échantillons : 7

Nombre de juges ayant trouvé celui qui est différent: 4

L'essai est significatif: NON ⇒ PAS DE DIFFÉRENCE

Au seuil de : — (Réf.: tableau statistique 1)

Evaluation du degré de différence

	Nombre de juges	Valeur	
Légère		x (1) =	
Modérée		x (2) =	
Sensible		x (3) =	
Extrême		x (4) =	
		Total :	

Moyenne (vs nbre de juges): _____ *

*C'est le degré de différence dont la valeur est entre 1 et 4.

Evaluation de l'intensité (selon l'échelle 1 à 9)

JUGES	LE TISSU DIFFERENT (A)	LES DEUX AUTRES (B)	DIFFERENCE (d)
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			
11			
TOTAL			
MOYENNE			

RESULTATS DE L'EVALUATION OLFACTIVE DE L'ODEUR

Date: 81-08-4.

EVALUATION: 81-08-13

Essai triangulaire

No de code	Description	(t)
719	Lit de tourbe (20" d'épaisseur)	15 min
174	" " " "	15 min
668.	Air Vicié.	15 min.

Nombre de juges ayant évalué les échantillons : 7

Nombre de juges ayant trouvé celui qui est différent: 7

L'essai est significatif: OUI

Au seuil de : _____ (Réf.: tableau statistique 1)

Evaluation du degré de différence

	Nombre de juges	Valeur	
Légère		x (1) =	
Modérée		x (2) =	
Sensible	7	x (3) =	21
Extrême		x (4) =	
		Total :	21

Moyenne (vs nbre de juges): 3.00 *

*C'est le degré de différence dont la valeur est entre 1 et 4.

Evaluation de l'intensité (selon l'échelle 1 à 9)

JUGES	LE TISSU DIFFERENT (A)	LES DEUX AUTRES (B)	DIFFERENCE (d)
1	7	2	5
2	6	2	4
3	7	3	4
4	5	1	4
5	6	3	3
6	8	5	3
7	7	4	3
8			
9			
10			
11			
TOTAL	46	20	26
MOYENNE	6.57	2.86	3.71

Date: 81-08-4

Code: 719
174
668

TEST - T

Les échantillons sont différents de façon significative si:

$$\frac{\bar{d}}{s/\sqrt{n}} > t$$

$\bar{d}$ = (moyenne de A - moyenne de B) = 3,71

Σd^2 = 100

$(\Sigma d)^2$ = 676

n = (nombre de paires) = 7

$$s = \sqrt{\frac{\Sigma d_i^2 - [(\Sigma d)^2/n]}{n-1}} = \sqrt{\frac{100 - 676/7}{6}} = 0,756$$

$$\left(\frac{\bar{d}}{s/\sqrt{n}}\right) = \frac{3.71}{0.756/\sqrt{7}} = 12,98$$

Valeur de t:

Degré de liberté = (nbre de paires - 1) = 6

Au tableau statistique **2**, la valeur de t dans la colonne de 0,050 (au seuil de 5% de signification) est t = 2,447

La différence entre A et B est significative: OUI

RESULTATS DE L'EVALUATION OLFACTIVE DE L'ODEUR

Date: 81-08-21

EVALUATION : 81-08-26

Essai triangulaire

No de code	Description
248	Air Vicié
353	Tellurettes (Ane'douche au le côté)
535	Air Vicié.

Nombre de juges ayant évalué les échantillons : 9

Nombre de juges ayant trouvé celui qui est différent: 7

L'essai est significatif: OUI

Au seuil de : 1 % (Réf.: tableau statistique 1)

Evaluation du degré de différence

	Nombre de juges		Valeur
Légère	4	x (1) =	4
Modérée	2	x (2) =	4
Sensible	1	x (3) =	3
Extrême		x (4) =	
		Total :	11
	Moyenne (vs nbre de juges):		1.57 *

*C'est le degré de différence dont la valeur est entre 1 et 4.

Evaluation de l'intensité (selon l'échelle 1 à 9)

JUGES	LE TISSU DIFFERENT (A)	LES DEUX AUTRES (B)	DIFFERENCE (d)
1 (F)			
2	2	5	-3
3			
4			
5	3	5	-2
6	4	8	-4
7	2	4	-2
8	5	7	-2
9	3	5	-2
10	3	5	-2
11 (F)			
TOTAL	22	39	-17
MOYENNE	3.14	5.57	-2.43

Date: 81-08-21
Code: 248
353
535

TEST - T

Les échantillons sont différents de façon significative si:

$$\frac{\bar{d}}{s/\sqrt{n}} > t$$

$\bar{d}$ = (moyenne de A - moyenne de B) = 2.43

Σd^2 = 45

$(\Sigma d)^2$ = 289

n = (nombre de paires) = 7

$$s = \sqrt{\frac{\Sigma d_i^2 - [(\Sigma d)^2/n]}{n-1}} = \sqrt{\frac{45 - 289/7}{6}} = 0.787$$

$$\left(\frac{\bar{d}}{s/\sqrt{n}}\right) = \frac{2.43}{0.787/\sqrt{7}} = 8.17$$

Valeur de t:

Degré de liberté = (nbre de paires - 1) = 6 .

Au tableau statistique 2, la valeur de t dans la colonne de 0,050 (au seuil de 5% de signification) est t = 2,447

La différence entre A et B est significative: OUI

RESULTATS DE L'EVALUATION OLFACTIVE DE L'ODEUR

Date: 81-08-25

EVALUATION: 81-08-26

Essai triangulaire

No de code	Description
524	tri-Packs (1 ss 2 douches en haut)
716	tri-Packs " "
985	Ais Vicié (15 min. seulement)

Nombre de juges ayant évalué les échantillons : 9

Nombre de juges ayant trouvé celui qui est différent: 5

L'essai est significatif: NON ⇒ PAS DE DIFFÉRENCE

Au seuil de : ——— (Réf.: tableau statistique 1)

Evaluation du degré de différence

	Nombre de juges	Valeur	
Légère		x (1)	=
Modérée		x (2)	=
Sensible		x (3)	=
Extrême		x (4)	=
		Total :	

Moyenne (vs nbre de juges): _____ *

*C'est le degré de différence dont la valeur est entre 1 et 4.

Evaluation de l'intensité (selon l'échelle 1 à 9)

JUGES	LE TISSU DIFFERENT (A)	LES DEUX AUTRES (B)	DIFFERENCE (d)
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			
11			
TOTAL			
MOYENNE			

RESULTATS DE L'EVALUATION OLFACTIVE DE L'ODEUR

Date: 81-08-25
EVALUATION: 81-08-26

Essai triangulaire

No de code	Description
371	Air Vicié (15 min seulement)
632	Lit de tombe (12" d'épaisseur)
863	Air Vicié

Nombre de juges ayant évalué les échantillons : 9
Nombre de juges ayant trouvé celui qui est différent: 9

L'essai est significatif: OUI
Au seuil de .: _____ (Réf.: tableau statistique 1)

Evaluation du degré de différence

	Nombre de juges	Valeur	
Légère		x (1) =	
Modérée	1	x (2) =	2
Sensible	6	x (3) =	18
Extrême	2	x (4) =	8
		Total :	28
		Moyenne (vs nbre de juges):	3.11 *

*C'est le degré de différence dont la valeur est entre 1 et 4.

Evaluation de l'intensité (selon l'échelle 1 à 9)

JUGES	LE TISSU DIFFERENT (A)	LES DEUX AUTRES (B)	DIFFERENCE (d)
1	7	2	5
2	6	1	5
3			
4			
5	7	5	2
6	7	2	5
7	7	4	3
8	8	3	5
9	7	2	5
10	7	1	6
11	8	1	7
TOTAL	64	21	43
MOYENNE	7.11	2.33	4.78

Date: 81-08-25

Code: 371
632
863

TEST - T

Les échantillons sont différents de façon significative si:

$$\frac{\bar{d}}{s/\sqrt{n}} > t$$

$\bar{d}$ = (moyenne de A - moyenne de B) = 4,78

Σd^2 = 223

$(\Sigma d)^2$ = 1849

n = (nombre de paires) = 9

$$s = \sqrt{\frac{\Sigma d_i^2 - [(\Sigma d)^2/n]}{n-1}} = \sqrt{\frac{223 - 1849/9}{8}} = 1,481$$

$$\left(\frac{\bar{d}}{s/\sqrt{n}}\right) = \frac{4,78}{1,481/\sqrt{9}} = 9,68$$

Valeur de t:

Degré de liberté = (nbre de paires - 1) = 8

Au tableau statistique 2, la valeur de t dans la colonne de 0,050 (au seuil de 5% de signification) est t = 2,306

La différence entre A et B est significative: OUI

RESULTATS DE L'EVALUATION OLFACTIVE DE L'ODEUR

Date: 81-08-26
EVALUATION: 81-08-27

Essai triangulaire

No de code	Description
359	Tellerettes (Position #10) en bas
576	Air Vicié (Porte Est)
627	Tellerettes (Position #10) en bas

Nombre de juges ayant évalué les échantillons : 9
Nombre de juges ayant trouvé celui qui est différent: 8

L'essai est significatif: OUI
Au seuil de : 0.1 % (Réf.: tableau statistique 1)

Evaluation du degré de différence

	Nombre de juges		Valeur
Légère	2	x (1) =	2
Modérée	3	x (2) =	6
Sensible	2	x (3) =	6
Extrême	1	x (4) =	4
		Total :	18

Moyenne (vs nbre de juges): 2.25 *

*C'est le degré de différence dont la valeur est entre 1 et 4.

Evaluation de l'intensité (selon l'échelle 1 à 9)

JUGES	LE TISSU DIFFERENT (A)	LES DEUX AUTRES (B)	DIFFERENCE (d)
1	3	2	1
2	5	3	2
3	8	2	6
4			
5	7	3	4
6 (F)			
7	7	3	4
8	7	5	2
9			
10	5	3	2
11	8	4	4
TOTAL	50	25	25
MOYENNE	6.25	3.125	3.125

Date: 81-08-26

Code: 359
576
627

TEST - T

Les échantillons sont différents de façon significative si:

$$\frac{\bar{d}}{s/\sqrt{n}} > t$$

$\bar{d}$ = (moyenne de A - moyenne de B) = 3,125

Σd^2 = 97

$(\Sigma d)^2$ = 625

n = (nombre de paires) = 8

$$s = \sqrt{\frac{\Sigma d_i^2 - [(\Sigma d)^2/n]}{n-1}} = \sqrt{\frac{97 - 625/8}{7}} = 1,642$$

$$\left(\frac{\bar{d}}{s/\sqrt{n}}\right) = \frac{3,125}{1,642/\sqrt{8}} = 5,38$$

Valeur de t:

Degré de liberté = (nbre de paires - 1) = 7

Au tableau statistique 2, la valeur de t dans la colonne de 0,050 (au seuil de 5% de signification) est t = 2,365

La différence entre A et B est significative: oui.

RESULTATS DE
L'EVALUATION OLFACTIVE DE L'ODEUR

Date: 81-08-26
EVALUATION: 81-08-27

Essai triangulaire

No de code	Description
197	Lit de tourbe (12" d'épaisseur)
459	Lit de tourbe " "
932	Air vicié (porte Est)

Nombre de juges ayant évalué les échantillons : 10
Nombre de juges ayant trouvé celui qui est différent: 10

L'essai est significatif: OUI
Au seuil de .: _____ (Réf.: tableau statistique 1)

Evaluation du degré de différence

	Nombre de juges	Valeur	
Légère		x (1) =	
Modérée	3	x (2) =	6
Sensible	4	x (3) =	12
Extrême	3	x (4) =	12
		Total :	30
		Moyenne (vs nbre de juges):	3.00 *

*C'est le degré de différence dont la valeur est entre 1 et 4.

Evaluation de l'intensité (selon l'échelle 1 à 9)

JUGES	LE TISSU DIFFERENT (A)	LES DEUX AUTRES (B)	DIFFERENCE (d)
1	7	3	4
2	3	1	2
3	9	2	7
4			
5	5	3	2
6	7	3	4
7	6	2	4
8	7	2	5
9	7	2	5
10	6	1	5
11	9	1	8
TOTAL	66	20	46
MOYENNE	6.60	2.00	4.60

Date: 81-08-26

Code: 197
459
932

TEST - T

Les échantillons sont différents de façon significative si:

$$\frac{\bar{d}}{s/\sqrt{n}} > t$$

$\bar{d}$ =(moyenne de A - moyenne de B) = 4.60

Σd^2 = 244

$(\Sigma d)^2$ = 2116

n =(nombre de paires) = 10

$$s = \sqrt{\frac{\Sigma d_i^2 - [(\Sigma d)^2/n]}{n-1}} = \sqrt{\frac{244 - 2116/10}{9}} = 1.897$$

$$\left(\frac{\bar{d}}{s/\sqrt{n}}\right) = \frac{4.60}{1.897/\sqrt{10}} = 7.67$$

Valeur de t:

Degré de liberté = (nbre de paires - 1) = 9

Au tableau statistique 2, la valeur de t dans la colonne de 0,050 (au seuil de 5% de signification) est t = 2,262

La différence entre A et B est significative: OUI

RESULTATS DE L'EVALUATION OLFACTIVE DE L'ODEUR

Date: 81-08-27

EVALUATION: 81-08-31

Essai triangulaire

No de code	Description
865	Air Vicié (Centre)
191	tri-Packs (Position #3) au milieu
748	tri-Packs " " "

Nombre de juges ayant évalué les échantillons : 11

Nombre de juges ayant trouvé celui qui est différent: 9

L'essai est significatif: oui

Au seuil de : 0.1 % (Réf.: tableau statistique 1)

Evaluation du degré de différence

	Nombre de juges	Valeur		
Légère	3	x (1)	=	3
Modérée	2	x (2)	=	4
Sensible	2	x (3)	=	6
Extrême	2	x (4)	=	8
		Total :		21

Moyenne (vs nbre de juges): 2.33 *

*C'est le degré de différence dont la valeur est entre 1 et 4.

Evaluation de l'intensité (selon l'échelle 1 à 9)

JUGES	LE TISSU DIFFERENT (A)	LES DEUX AUTRES (B)	DIFFERENCE (d)
1	3	2	1
2	6	2	4
3	6	4	2
4	8	3	5
5 (F)			
6 (F)			
7	8	4	4
8	7	5	2
9	8	5	3
10	5	3	2
11	5	3	2
TOTAL	56	31	25
MOYENNE	6.22	3.44	2.78

Date: 81-08-27

Code: 865
191
748

TEST - T

Les échantillons sont différents de façon significative si:

$$\frac{\bar{d}}{s/\sqrt{n}} > t$$

$\bar{d}$ = (moyenne de A - moyenne de B) = 2.78

Σd^2 = 83

$(\Sigma d)^2$ = 625

n = (nombre de paires) = 9

$$s = \sqrt{\frac{\Sigma d_i^2 - [(\Sigma d)^2/n]}{n-1}} = \sqrt{\frac{83 - 625/9}{8}} = 1.30$$

$$\left(\frac{\bar{d}}{s/\sqrt{n}}\right) = \frac{2.78}{1.30/\sqrt{9}} = 6.41$$

Valeur de t:

Degré de liberté = (nbre de paires - 1) = 8

Au tableau statistique **2**, la valeur de t dans la colonne de 0,050 (au seuil de 5% de signification) est t = 2.306

La différence entre A et B est significative: OUI

RESULTATS DE L'EVALUATION OLFACTIVE DE L'ODEUR

Date: 81-08-27

EVALUATION: 81-08-31

Essai triangulaire

No de code	Description
484	Air Vicié
322	tri-Packs (Position # 7) en haut
255	tri-Packs " (200 pi/min)

Nombre de juges ayant évalué les échantillons : 11

Nombre de juges ayant trouvé celui qui est différent: 9

L'essai est significatif: OUI

Au seuil de : 0.1 % (Réf.: tableau statistique 1)

Evaluation du degré de différence

	Nombre de juges		Valeur
Légère	2	x (1) =	2
Modérée	3	x (2) =	6
Sensible	3	x (3) =	9
Extrême	1	x (4) =	4
		Total :	21

Moyenne (vs nbre de juges): 2.33 *

*C'est le degré de différence dont la valeur est entre 1 et 4.

Evaluation de l'intensité (selon l'échelle 1 à 9)

JUGES	LE TISSU DIFFERENT (A)	LES DEUX AUTRES (B)	DIFFERENCE (d)
1	4	2	2
2	5	2	3
3	7	5	2
4	5	2	3
5	7	4	3
6 (F)			
7	7	3	4
8	8	5	3
9	6	4	2
10	7	3	4
11 (F)			
TOTAL	56	30	26
MOYENNE	6.22	3.33	2.89

Date: 81-08-27
Code: 484
322
255

TEST - T

Les échantillons sont différents de façon significative si:

$$\frac{\bar{d}}{s/\sqrt{n}} > t$$

$\bar{d}$ = (moyenne de A - moyenne de B) = 2.89

Σd^2 = 80

$(\Sigma d)^2$ = 676

n = (nombre de paires) = 9

$$s = \sqrt{\frac{\Sigma d_i^2 - [(\Sigma d)^2/n]}{n-1}} = \sqrt{\frac{80 - 676/9}{8}} = 0.782$$

$$\left(\frac{\bar{d}}{s/\sqrt{n}}\right) = \frac{2,89}{0.782/\sqrt{9}} = 11.09$$

Valeur de t:

Degré de liberté = (nbre de paires - 1) = 8

Au tableau statistique **2**, la valeur de t dans la colonne de 0,050 (au seuil de 5% de signification) est t = 2.306

La différence entre A et B est significative: OUI.

RESULTATS DE L'EVALUATION OLFACTIVE DE L'ODEUR

Date: 81-08-27

EVALUATION: 81-08-31

Essai triangulaire

No de code	Description
213	Tellerettes (Position #10) entre miben & le haut
484	Air Vicié
466	Tellerettes

Nombre de juges ayant évalué les échantillons : 11

Nombre de juges ayant trouvé celui qui est différent: 8

L'essai est significatif: OUI

Au seuil de : 1 % (Réf.: tableau statistique 1)

Evaluation du degré de différence

	Nombre de juges	Valeur		
Légère	5	x (1)	=	5
Modérée	2	x (2)	=	4
Sensible	1	x (3)	=	3
Extrême		x (4)	=	
		Total :		12

Moyenne (vs nbre de juges): 1,50 *

*C'est le degré de différence dont la valeur est entre 1 et 4.

Evaluation de l'intensité (selon l'échelle 1 à 9)

JUGES	LE TISSU DIFFERENT (A)	LES DEUX AUTRES (B)	DIFFERENCE (d)
1	7	3	4
2	5	3	2
3	5	4	1
4	5	2	3
5	3	2	1
6	5	3	2
7	6	3	3
8 (F)			
9 (F)			
10	5	1	4
11 (F)			
TOTAL	41	21	20
MOYENNE	5.12	2.62	2.50

Date: 81-08-27

Code: 213
484
466

TEST - T

Les échantillons sont différents de façon significative si:

$$\boxed{\frac{\bar{d}}{s/\sqrt{n}} > t}$$

$\bar{d}$ = (moyenne de A - moyenne de B) = 2.50

Σd^2 = 60

$(\Sigma d)^2$ = 400

n = (nombre de paires) = 8

$$s = \sqrt{\frac{\Sigma d_i^2 - [(\Sigma d)^2/n]}{n-1}} = \sqrt{\frac{60 - 400/8}{7}} = 1.195$$

$$\left(\frac{\bar{d}}{s/\sqrt{n}}\right) = \frac{2.50}{1.195/\sqrt{8}} = 5.92$$

Valeur de t:

Degré de liberté = (nbre de paires - 1) = 7

Au tableau statistique **2**, la valeur de t dans la colonne de 0,050 (au seuil de 5% de signification) est t = 2.365

La différence entre A et B est significative: OUI.

RESULTATS DE L'EVALUATION OLFACTIVE DE L'ODEUR

Date: 81-08-28

EVALUATION: 81-08-31

Essai triangulaire

No de code	Description
783	Whirl Wet (30 min)
579	Whirl Wet "
865	Air Vicié

Nombre de juges ayant évalué les échantillons : 10

Nombre de juges ayant trouvé celui qui est différent: 8

L'essai est significatif: OUI

Au seuil de : 1 % (Réf.: tableau statistique 1)

Evaluation du degré de différence

	Nombre de juges	Valeur	
Légère	4	x (1) =	4
Modérée	3	x (2) =	6
Sensible	1	x (3) =	3
Extrême		x (4) =	
		Total :	13

Moyenne (vs nbre de juges): 1.62 *

*C'est le degré de différence dont la valeur est entre 1 et 4.

Evaluation de l'intensité (selon l'échelle 1 à 9)

JUGES	LE TISSU DIFFERENT (A)	LES DEUX AUTRES (B)	DIFFERENCE (d)
1	5	3	2
2	6	4	2
3	7	5	2
4	5	2	3
5			
6	4	2	2
7	8	2	6
8	6	5	1
9 (F)			
10	3	1	2
11 (F)			
TOTAL	44	24	20
MOYENNE	5.50	3.00	2.50

Date: 81-08-28
Code: 783
579
865

TEST - T

Les échantillons sont différents de façon significative si:

$$\frac{\bar{d}}{s/\sqrt{n}} > t$$

$\bar{d}$ = (moyenne de A - moyenne de B) = 2.50

Σd^2 = 66

$(\Sigma d)^2$ = 400

n = (nombre de paires) = 8

$$s = \sqrt{\frac{\Sigma d_i^2 - [(\Sigma d)^2/n]}{n-1}} = \sqrt{\frac{66 - 400/8}{7}} = 1.51$$

$$\left(\frac{\bar{d}}{s/\sqrt{n}}\right) = \frac{2.50}{1.51/\sqrt{8}} = 4.68$$

Valeur de t:

Degré de liberté = (nbre de paires - 1) = 7

Au tableau statistique 2, la valeur de t dans la colonne de 0,050 (au seuil de 5% de signification) est t = 2.365

La différence entre A et B est significative: oui

RESULTATS DE L'EVALUATION OLFACTIVE DE L'ODEUR

Date: 81-09-01

EVALUATION: 81-09-02

Essai triangulaire

No de code	Description
853	Air Vicié
725	" "
631	Whirl Wet (30 min)

Nombre de juges ayant évalué les échantillons : 9

Nombre de juges ayant trouvé celui qui est différent: 4

L'essai est significatif: NON ⇒ PAS DE DIFFÉRENCE

Au seuil de : — (Réf.: tableau statistique 1)

Evaluation du degré de différence

	Nombre de juges	Valeur	
Légère		x (1)	=
Modérée		x (2)	=
Sensible		x (3)	=
Extrême		x (4)	=
		Total :	

Moyenne (vs nbre de juges): _____ *

*C'est le degré de différence dont la valeur est entre 1 et 4.

Evaluation de l'intensité (selon l'échelle 1 à 9)

JUGES	LE TISSU DIFFERENT (A)	LES DEUX AUTRES (B)	DIFFERENCE (d)
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			
11			
TOTAL			
MOYENNE			

RESULTATS DE
L'EVALUATION OLFACTIVE DE L'ODEUR

Date: 81-09-02
EVALUATION: 81-09-03

Essai triangulaire

No de code	Description
486	Air Vicié
514	tri-Packs (Position # 2)
967	tri-Packs " "

Nombre de juges ayant évalué les échantillons : 9
Nombre de juges ayant trouvé celui qui est différent: 6

L'essai est significatif: OUI
Au seuil de : 5 % (Réf.: tableau statistique 1)

Evaluation du degré de différence

	Nombre de juges	Valeur	
Légère	4	x (1) =	4
Modérée	1	x (2) =	2
Sensible	1	x (3) =	3
Extrême		x (4) =	
		Total :	9
		Moyenne (vs nbre de juges):	1,50 *

*C'est le degré de différence dont la valeur est entre 1 et 4.

Evaluation de l'intensité (selon l'échelle 1 à 9)

JUGES	LE TISSU DIFFERENT (A)	LES DEUX AUTRES (B)	DIFFERENCE (d)
1			
2 (F)			
3	7	5	2
4			
5	5	3	2
6	4	3	1
7	5	2	3
8 (F)			
9	5	3	2
10	7	3	4
11 (F)			
TOTAL	33	19	14
MOYENNE	5.50	3.17	2.33

Date: 81-09-02
Code: 486
514
967

TEST - T

Les échantillons sont différents de façon significative si:

$$\frac{\bar{d}}{s/\sqrt{n}} > t$$

$\bar{d}$ = (moyenne de A - moyenne de B) = 2.33

Σd^2 = 38

$(\Sigma d)^2$ = 196

n = (nombre de paires) = 6

$$s = \sqrt{\frac{\Sigma d_i^2 - [(\Sigma d)^2/n]}{n-1}} = \sqrt{\frac{38 - 196/6}{5}} = 1.033$$

$$\left(\frac{\bar{d}}{s/\sqrt{n}}\right) = \frac{2.33}{1.033/\sqrt{6}} = 5.53$$

Valeur de t:

Degré de liberté = (nbre de paires - 1) = 5

Au tableau statistique **2**, la valeur de t dans la colonne de 0,050 (au seuil de 5% de signification) est t = 2.571

La différence entre A et B est significative: OUI

RESULTATS DE L'EVALUATION OLFACTIVE DE L'ODEUR

Date: 81-09-02

EVALUATION: 81-09-03

Essai triangulaire

No de code	Description
278	Lit de tombe
649	Air Vicié
192	Lit de tombe

Nombre de juges ayant évalué les échantillons : 9

Nombre de juges ayant trouvé celui qui est différent: 8

L'essai est significatif: oui

Au seuil de : 0,1 % (Réf.: tableau statistique 1)

Evaluation du degré de différence

	Nombre de juges	Valeur		
Légère.		x (1)	=	
Modérée	1	x (2)	=	2
Sensible	5	x (3)	=	15
Extrême	2	x (4)	=	8
		Total :		25

Moyenne (vs nbre de juges): 3,12 *

*C'est le degré de différence dont la valeur est entre 1 et 4.

Evaluation de l'intensité (selon l'échelle 1 à 9)

JUGES	LE TISSU DIFFERENT (A)	LES DEUX AUTRES (B)	DIFFERENCE (d)
1			
2	6	2	4
3	6	1	5
4			
5	7	3	4
6 (F)			
7	8	3	5
8	6	1	5
9	6	2	4
10	6	2	4
11	9	1	8
TOTAL	54	15	39
MOYENNE	6.75	1.875	4.875

Date: 81-09-02
Code: 278
649
192

TEST - T

Les échantillons sont différents de façon significative si:

$$\frac{\bar{d}}{s/\sqrt{n}} > t$$

$\bar{d}$ = (moyenne de A - moyenne de B) = 4.875

Σd^2 = 203

$(\Sigma d)^2$ = 1521

n = (nombre de paires) = 8

$$s = \sqrt{\frac{\Sigma d_i^2 - [(\Sigma d)^2/n]}{n-1}} = \sqrt{\frac{203 - 1521/8}{7}} = 1.356$$

$$\left(\frac{\bar{d}}{s/\sqrt{n}}\right) = \frac{4.875}{1.356/\sqrt{8}} = 10.17$$

Valeur de t:

Degré de liberté = (nbre de paires - 1) = 7

Au tableau statistique 2, la valeur de t dans la colonne de 0,050 (au seuil de 5% de signification) est t = 2.365

La différence entre A et B est significative: OUI

RESULTATS DE L'EVALUATION OLFACTIVE DE L'ODEUR

Date: 81-09-02

EVALUATION: 81-09-03

Essai triangulaire

No de code	Description
278	Lit de tourbe (700 pi/min)
514	tri-Packs (Position #2)
967	" " " "

Nombre de juges ayant évalué les échantillons : 10

Nombre de juges ayant trouvé celui qui est différent: 9

L'essai est significatif: OUI

Au seuil de : 0.1 % (Réf.: tableau statistique 1)

Evaluation du degré de différence

	Nombre de juges	Valeur	
Légère		x (1) =	
Modérée	5	x (2) =	10
Sensible	4	x (3) =	12
Extrême		x (4) =	
		Total :	22

Moyenne (vs nbre de juges): 2.44 *

*C'est le degré de différence dont la valeur est entre 1 et 4.

Evaluation de l'intensité (selon l'échelle 1 à 9)

JUGES	LE TISSU DIFFERENT (A)	LES DEUX AUTRES (B)	DIFFERENCE (d)
1	2	5	-3
2	3	6	-3
3			
4	2	5	-3
5	3	7	-4
6 (F)			
7	3	7	-4
8	1	5	-4
9	2	4	-2
10	1	6	-5
11	2	8	-6
TOTAL	19	53	-34
MOYENNE	2.11	5.89	-3.78

Date: 81-09-02
Code: 278
514
967

TEST - T

Les échantillons sont différents de façon significative si:

$$\boxed{\frac{\bar{d}}{s/\sqrt{n}} > t}$$

$\bar{d}$ = (moyenne de A - moyenne de B) = 3,78

Σd_i^2 = 140

$(\Sigma d)^2$ = 1156

n = (nombre de paires) = 9

$$s = \sqrt{\frac{\Sigma d_i^2 - [(\Sigma d)^2/n]}{n-1}} = \sqrt{\frac{140 - 1156/9}{8}} = 1,20$$

$$\left(\frac{\bar{d}}{s/\sqrt{n}}\right) = \frac{3.78}{1.20/\sqrt{9}} = 9,45$$

Valeur de t:

Degré de liberté = (nbre de paires - 1) = 8

Au tableau statistique **2**, la valeur de t dans la colonne de 0,050 (au seuil de 5% de signification) est t = 2,306

La différence entre A et B est significative: OUI

RESULTATS DE L'EVALUATION OLFACTIVE DE L'ODEUR

Date: 81-09-02

EVALUATION: 81-09-03

Essai triangulaire

No de code	Description
192	Lit de taube
736	Sans odeur
608	" "

Nombre de juges ayant évalué les échantillons : 9

Nombre de juges ayant trouvé celui qui est différent: 9

L'essai est significatif: Oui

Au seuil de : 0.1 % (Réf.: tableau statistique 1)

Evaluation du degré de différence

	Nombre de juges	Valeur	
Légère	6	x (1) =	6
Modérée	2	x (2) =	4
Sensible	1	x (3) =	3
Extrême		x (4) =	
		Total :	13
	Moyenne (vs nbre de juges):		1.44 *

*C'est le degré de différence dont la valeur est entre 1 et 4.

Evaluation de l'intensité (selon l'échelle 1 à 9)

JUGES	LE TISSU DIFFERENT (A)	LES DEUX AUTRES (B)	DIFFERENCE (d)
1	3	2	1
2	4	1	3
3			
4			
5	2	1	1
6	3	2	1
7	5	1	4
8	3	1	2
9	3	1	2
10	3	1	2
11	5	1	4
TOTAL	31	11	20
MOYENNE	3.44	1.22	2.22

Date: 81-09-02
Code: 192
736
608

TEST - T

Les échantillions sont différents de façon significative si:

$$\frac{\bar{d}}{s/\sqrt{n}} > t$$

$\bar{d}$ = (moyenne de A - moyenne de B) = 2.22

Σd^2 = 56

$(\Sigma d)^2$ = 400

n = (nombre de paires) = 9

$$s = \sqrt{\frac{\Sigma d_i^2 - [(\Sigma d)^2/n]}{n-1}} = \sqrt{\frac{56 - 400/9}{8}} = \sqrt{1.444} = 1.20$$

$$\left(\frac{\bar{d}}{s/\sqrt{n}}\right) = \frac{2.22}{1.20/\sqrt{9}} = 5.54$$

Valeur de t:

Degré de liberté = (nbre de paires - 1) = 8

Au tableau statistique **2**, la valeur de t dans la colonne de 0,050 (au seuil de 5% de signification) est t = 2.306

La différence entre A et B est significative: OUI.

RESULTATS DE
L'EVALUATION OLFACTIVE DE L'ODEUR

Date: 81-09-03

EVALUATION: 81-09-04

Essai triangulaire

No de code	Description
627	tri-Packs (Position #6) (200 pi/min)
476	Air Vicié
195	tri-Packs - - -

Nombre de juges ayant évalué les échantillons : 10

Nombre de juges ayant trouvé celui qui est différent: 4

L'essai est significatif: NON ⇒ PAS DE DIFFÉRENCE

Au seuil de .: — (Réf.: tableau statistique 1)

Evaluation du degré de différence

	Nombre de juges	Valeur	
Légère		x (1) =	
Modérée		x (2) =	
Sensible		x (3) =	
Extrême		x (4) =	
		Total :	

Moyenne (vs nbre de juges): _____ *

*C'est le degré de différence dont la valeur est entre 1 et 4.

Evaluation de l'intensité (selon l'échelle 1 à 9)

JUGES	LE TISSU DIFFERENT (A)	LES DEUX AUTRES (B)	DIFFERENCE (d)
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			
11			
TOTAL			
MOYENNE			

TABLEAU STATISTIQUE 1
Essai triangulaire, analyse de différence

Nombre de dégustateurs	Nombre de réponses correctes nécessaires pour atteindre le seuil de signification		
	* 5%	** 1%	*** 0.1%
7	5	6	7
8	6	7	8
9	6	7	8
10	7	8	9
11	7	8	9
12	8	9	10
13	8	9	10
14	9	10	11
15	9	10	12
16	10	11	12
17	10	11	13
18	10	12	13
19	11	12	14

Réf.: Méthodes d'appréciation sensorielle des aliments en laboratoire. E. Larmond, Agriculture Canada, pub. 1937, 1979.

TABLEAU STATISTIQUE 2
Distribution de *t*

Degrés de liberté	Probabilité d'une valeur plus grande de signe inconnu								
	0.500	0.400	0.200	0.100	0.050	0.025	0.010	0.005	0.001
1	1.000	1.376	3.078	6.314	12.706	25.452	63.657		
2	0.816	1.061	1.886	2.920	4.303	6.205	9.925	14.089	31.598
3	0.765	0.978	1.638	2.353	3.182	4.176	5.841	7.453	12.941
4	0.741	0.941	1.533	2.132	2.776	3.495	4.604	5.598	8.610
5	0.727	0.920	1.476	2.015	2.571	3.163	4.032	4.773	6.859
6	0.718	0.906	1.440	1.943	2.447	2.969	3.707	4.317	5.959
7	0.711	0.896	1.415	1.895	2.365	2.841	3.499	4.029	5.405
8	0.706	0.889	1.397	1.860	2.306	2.752	3.355	3.832	5.041
9	0.703	0.883	1.383	1.833	2.262	2.685	3.250	3.690	4.781
10	0.700	0.879	1.372	1.812	2.228	2.634	3.169	3.581	4.587
11	0.697	0.876	1.363	1.796	2.201	2.593	3.106	3.497	4.437
12	0.695	0.873	1.356	1.782	2.179	2.560	3.055	3.428	4.318
13	0.694	0.870	1.350	1.771	2.160	2.533	3.012	3.372	4.221
14	0.692	0.868	1.345	1.761	2.145	2.510	2.977	3.326	4.140
15	0.691	0.866	1.341	1.753	2.131	2.490	2.947	3.286	4.073
16	0.690	0.865	1.337	1.746	2.120	2.473	2.921	3.252	4.015
17	0.689	0.863	1.333	1.740	2.110	2.458	2.898	3.222	3.965
18	0.688	0.862	1.330	1.734	2.101	2.445	2.878	3.197	3.922
19	0.688	0.861	1.328	1.729	2.093	2.433	2.861	3.174	3.883
20	0.687	0.860	1.325	1.725	2.086	2.423	2.845	3.153	3.850
21	0.686	0.859	1.323	1.721	2.080	2.414	2.831	3.135	3.819
22	0.686	0.858	1.321	1.717	2.074	2.406	2.819	3.119	3.792
23	0.685	0.858	1.319	1.714	2.069	2.398	2.807	3.104	3.767
24	0.685	0.857	1.318	1.711	2.064	2.391	2.797	3.090	3.745
25	0.684	0.856	1.316	1.708	2.060	2.385	2.787	3.078	3.725
26	0.684	0.856	1.315	1.706	2.056	2.379	2.779	3.067	3.707
27	0.684	0.855	1.314	1.703	2.052	2.373	2.771	3.056	3.690
28	0.683	0.855	1.313	1.701	2.048	2.368	2.763	3.047	3.674
29	0.683	0.854	1.311	1.699	2.045	2.364	2.756	3.038	3.659
30	0.683	0.854	1.310	1.697	2.042	2.360	2.750	3.030	3.646
35	0.682	0.852	1.306	1.690	2.030	2.342	2.724	2.996	3.591
40	0.681	0.851	1.303	1.684	2.021	2.329	2.704	2.971	3.551
45	0.680	0.850	1.301	1.680	2.014	2.319	2.690	2.952	3.520
50	0.680	0.849	1.299	1.676	2.008	2.310	2.678	2.937	3.496
55	0.679	0.849	1.297	1.673	2.004	2.304	2.669	2.925	3.476
60	0.679	0.848	1.296	1.671	2.000	2.299	2.660	2.915	3.460
70	0.678	0.847	1.294	1.667	1.994	2.290	2.648	2.899	3.435
80	0.678	0.847	1.293	1.665	1.989	2.284	2.638	2.887	3.416
90	0.678	0.846	1.291	1.662	1.986	2.279	2.631	2.878	3.402
100	0.677	0.846	1.290	1.661	1.982	2.276	2.625	2.871	3.390
120	0.677	0.845	1.289	1.658	1.980	2.270	2.617	2.860	3.373
∞	0.6745	0.8416	1.2816	1.6448	1.9600	2.2414	2.5758	2.8070	3.2905

A N N E X E "E"

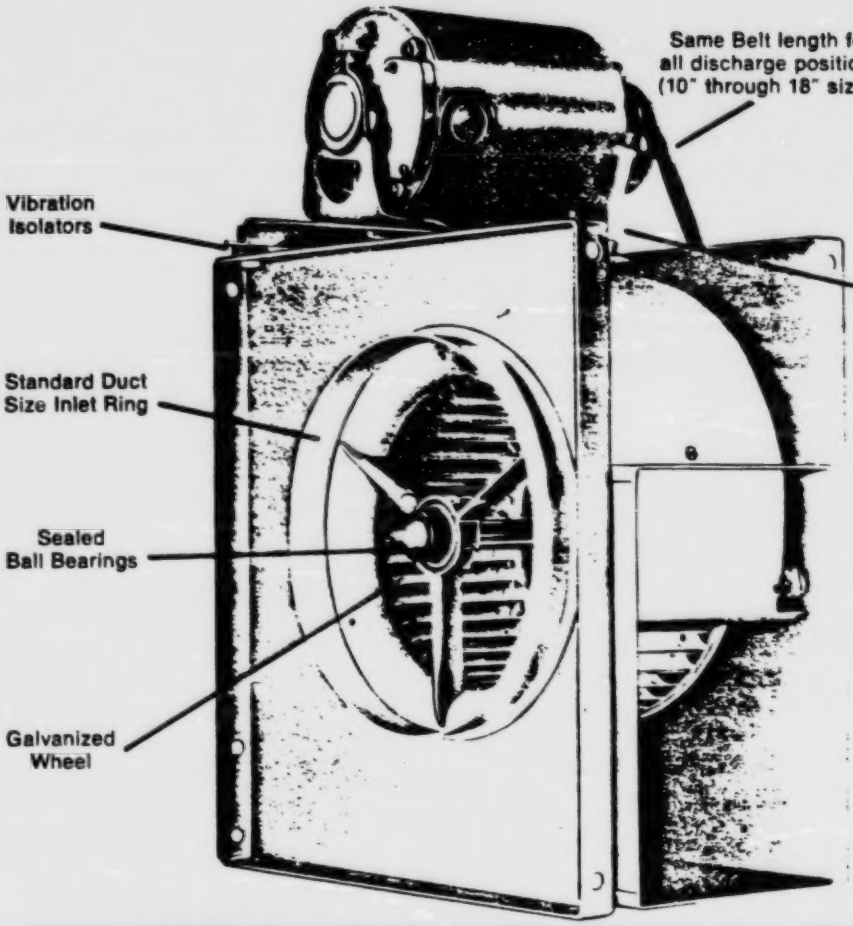
VENTILATEUR DU LIT DE TOURBE

CATALOG NO. 1325
MARCH, 1975

LAU

FORWARD CURVED CENTRIFUGAL BLOWERS

AMCA ARRANGEMENT 3 SWSI



FGP series blowers

APPLICATION & DESCRIPTION

Here are some of the features that make Lau general purpose blowers perfect for use in all ventilating, air conditioning, exhausting, processing and general industrial applications:

- Cold Rolled Steel, all-welded construction with gray enamel finish.
- Galvanized wheel.
- Two motor mounting positions for each of the four basic discharge angles. Belt length remains same regardless of discharge angle (10" through 18" sizes).
- Vibration Isolators to minimize vibration and noise.
- Lau Wheels are dynamically balanced to assure smooth operation.
- Forward curved wheels give high static pressure at low tip speeds.
- Ball bearings for smoother running and extended life.

DESIGN & TESTING

The pace-setting blower illustrated and described in this catalog is the result of over 30 years of experience in the design and manufacture of advanced air handling devices.

LAU INDUSTRIES, Division of Philips Industries Inc., certifies that the Series FGP Blowers shown herein are licensed to bear the AMCA Seal. The ratings shown are based on tests made in accordance with AMCA Standard 210 and comply with the requirements of the AMCA Certified Ratings Program.

Dealers, distributors, mechanical contractors and engineers who insist on top quality and performance always specify Lau blower assemblies.

PERFORMANCE DATA

FGP 22—11K

Wheel. Dia.—22"
Outlet Area = 3.24 Sq. F
Tip Speed (FPM) = RPM x 5.76

OUTLET VEL. FPM	VOL. IN CFM	STATIC PRESSURE .125 RPM	.125 BHP	.250 RPM	.250 BHP	.375 RPM	.375 BHP	.500 RPM	.500 BHP	.750 RPM	.750 BHP	1.000 RPM	1.000 BHP	1.250 RPM	1.250 BHP	1.500 RPM	1.500 BHP	1.750 RPM	1.750 BHP	2.000 RPM	2.000 BHP	2.500 RPM	2.500 BHP	3.000 RPM	3.000 BHP
826	3000	203	.18	254	.25	299	.33	338	.40	417	.60	487	.81	550	1.04	607	1.28	658	1.56	708	1.87	797	2.40	971	2.92
1111	3600	224	.27	269	.36	309	.45	347	.55	413	.72	480	.95	541	1.20	596	1.46	650	1.74	699	2.03	786	2.65	948	3.32
1296	4200	246	.40	286	.50	324	.60	358	.70	422	.93	478	1.12	535	1.38	588	1.67	641	1.96	689	2.26	779	2.92	939	3.62
1481	4800	271	.56	306	.67	340	.78	373	.90	432	1.16	487	1.41	536	1.63	585	1.89	635	2.21	681	2.54	769	3.22	930	3.95
1667	5400	296	.77	327	.90	358	1.01	389	1.14	444	1.41	496	1.71	545	1.99	589	2.24	630	2.48	676	2.84	761	3.58	941	4.34
1852	6000	321	1.02	350	1.16	379	1.30	407	1.43	460	1.72	507	2.03	554	2.36	599	2.68	638	2.96	676	3.23	757	3.84	933	4.76
2037	6600	349	1.34	375	1.49	400	1.64	426	1.78	476	2.09	522	2.42	565	2.76	607	3.12	647	3.47	685	3.80	755	4.40	928	5.20
2222	7200	376	1.71	400	1.86	423	2.03	447	2.19	494	2.52	538	2.85	579	3.22	619	3.60	657	4.00	694	4.36	764	5.10	926	5.74
2407	7800	404	2.15	426	2.30	447	2.49	469	2.67	512	3.00	555	3.38	595	3.75	632	4.15	669	4.56	704	4.90	772	5.82	926	6.57
2593	8400	432	2.66	451	2.82	472	3.02	492	3.21	533	3.58	573	3.96	611	4.36	648	4.78	682	5.20	716	5.64	782	6.57	944	7.45
2778	9000	460	3.25	478	3.42	497	3.62	516	3.82	554	4.24	591	4.62	629	5.06	663	5.46	696	5.92	730	6.38	793	7.36	952	8.33
2963	9600	488	3.92	505	4.10	522	4.29	541	4.52	576	4.97	612	5.38	647	5.82	681	6.27	713	6.71	745	7.21	805	8.17		
3148	10200	516	4.67	533	4.87	548	5.05	566	5.30	599	5.78	633	6.23	665	6.66	699	7.15	730	7.63	761	8.10				
3333	10800	544	5.51	560	5.73	575	5.93	591	6.16	623	6.67	655	7.18	686	7.63	717	8.11								
3519	11400	573	6.46	588	6.68	602	6.90	617	7.12	648	7.66	677	8.21												
3704	12000	601	7.50	616	7.76	630	7.98	643	8.19																

FGP 25—12K

Wheel. Dia.—25"
Outlet Area = 4.35 Sq. F
Tip Speed (FPM) = RPM x 6.55

OUTLET VEL. FPM	VOL. IN CFM	STATIC PRESSURE .125 RPM	.125 BHP	.250 RPM	.250 BHP	.375 RPM	.375 BHP	.500 RPM	.500 BHP	.750 RPM	.750 BHP	1.000 RPM	1.000 BHP	1.250 RPM	1.250 BHP	1.500 RPM	1.500 BHP	1.750 RPM	1.750 BHP	2.000 RPM	2.000 BHP	2.500 RPM	2.500 BHP	3.000 RPM	3.000 BHP
828	3600	188	.19	214	.26	256	.36	295	.46	367	.71	430	1.01	487	1.34	537	1.67	581	2.00	622	2.34	690	3.03	762	3.76
1011	4400	189	.30	224	.38	262	.48	297	.60	361	.87	422	1.16	476	1.47	527	1.86	574	2.26	618	2.66	696	3.46	781	4.28
1195	5200	208	.44	240	.54	272	.64	304	.77	363	1.06	417	1.38	469	1.70	518	2.08	563	2.44	607	2.89	687	3.83	769	4.79
1379	6000	227	.62	252	.77	285	.85	314	.90	368	1.29	419	1.62	466	1.99	511	2.37	554	2.79	598	3.17	678	4.10	748	5.17
1563	6800	248	.86	281	1.03	306	1.16	325	1.25	377	1.58	424	1.93	468	2.31	511	2.71	551	3.15	591	3.57	668	4.48	737	5.47
1747	7600	270	1.15	300	1.34	328	1.53	346	1.64	388	1.84	432	2.30	474	2.69	514	3.11	552	3.56	590	4.04	661	4.98	720	6.00
1931	8400	291	1.51	319	1.70	346	1.92	369	2.11	400	2.36	442	2.75	482	3.15	520	3.58	556	4.05	592	4.53	659	5.57	724	6.62
2115	9200	314	1.94	340	2.16	364	2.39	388	2.62	421	2.94	454	3.26	492	3.70	526	4.14	563	4.61	597	5.12	661	6.17	722	7.32
2299	10000	337	2.46	361	2.69	383	2.91	406	3.19	443	3.61	470	3.90	503	4.32	538	4.80	571	5.28	604	5.78	665	6.87	724	8.03
2483	10800	361	3.06	383	3.30	404	3.55	425	3.83	464	4.36	491	4.71	516	5.00	549	5.53	581	6.04	611	6.55	671	7.67	727	8.86
2667	11600	385	3.76	405	4.00	425	4.28	444	4.53	482	5.14	513	5.62	536	5.96	561	6.31	592	6.90	622	7.44	679	8.58	733	9.80
2851	12400	408	4.56	427	4.80	446	5.10	464	5.38	501	6.03	536	6.63	558	7.02	580	7.38	604	7.80	633	8.42	688	9.80	741	10.84
3034	13200	432	5.45	450	5.73	468	6.03	485	6.35	520	7.00	553	7.65	581	8.22	601	8.80	621	8.97	645	9.46	698	10.74		
3218	14000	456	6.45	473	6.77	490	7.06	507	7.41	538	8.04	571	8.80	601	9.48	623	9.96	642	10.37	661	10.75				
3402	14800	480	7.57	497	7.92	512	8.22	528	8.58	559	9.25	580	10.06	619	10.77	646	11.74								
3586	15600	503	8.81	520	9.21	535	9.52	550	9.87	580	10.61	609	11.38												

FGP 27½—14K

Wheel Dia.—27.5"
Outlet Area = 4.84 Sq. Ft
Tip Speed (FPM = RPM x 7.2

OUTLET VEL. FPM	VOL. IN CFM	STATIC PRESSURE .125 RPM	.125 BHP	.250 RPM	.250 BHP	.375 RPM	.375 BHP	.500 RPM	.500 BHP	.750 RPM	.750 BHP	1.000 RPM	1.000 BHP	1.250 RPM	1.250 BHP	1.500 RPM	1.500 BHP	1.750 RPM	1.750 BHP	2.000 RPM	2.000 BHP	2.500 RPM	2.500 BHP	3.000 RPM	3.000 BHP
826	4000	150	.20	191	.29	229	.40	265	.53	333	.83	391	1.17	441	1.63	484	1.80	523	2.29	558	2.70	623	3.48	680	4.39
1033	5000	166	.32	203	.43	235	.55	266	.68	334	.98	379	1.34	431	1.76	478	2.17	520	2.62	558	3.08	624	3.87	685	5.08
1240	6000	183	.48	218	.62	246	.76	274	.90	325	1.22	374	1.58	420	1.98	466	2.43	509	2.93	549	3.42	620	4.40	684	5.56
1448	7000	202	.70	234	.88	261	1.04	286	1.19	332	1.52	376	1.89	418	2.31	458	2.77	498	3.23	536	3.77	611	4.83	676	6.10
1653	8000	220	.97	251	1.18	277	1.38	301	1.56	343	1.91	383	2.30	421	2.72	459	3.20	495	3.69	530	4.22	599	5.37	665	6.64
1880	9000	240	1.32	269	1.56	294	1.80	316	2.01	356	2.41	393	2.82	429	3.25	463	3.72	496	4.24	529	4.78	643	5.86	653	7.16
2066	10000	261	1.76	287	2.02	311	2.28	333	2.53	371	3.00	406	3.44	439	3.89	471	4.37	502	4.89	532	5.42	593	6.60	648	7.90
2273	11000	282	2.29	306	2.56	329	2.86	349	3.14	387	3.67	420	4.17	451	4.64	481	5.15	510	5.69	539	6.23	595	7.50	648	8.75
2479	12000	304	2.92	325	3.20	347	3.53	367	3.84	403	4.44	436	5.00	466	5.54	493	6.04	521	6.61	548	7.18	601	8.39	651	9.72
2686	13000	326	3.66	345	3.96	366	4.30	385	4.65	420	5.32	451	5.94	481	6.54	508	7.11	533	7.66	559	8.26	609	9.50	656	10.86
2893	14000	348	4.54	366	4.84	385	5.19	403	5.58	437	6.30	468	6.99	496	7.65	523	8.30	548	8.91	572	9.51	618	10.66	664	12.15
3099	15000	371	5.54	387	5.84	404	6.21	422	6.62	455	7.40	485	8.18	512	8.91	538	9.59	563	10.28	586	10.93	630	12.21	674	13.66
3306	16000	393	6.69	409	7.00	424	7.37	441	7.78	473	8.64	502	9.48	529	10.27	554	11.04	578	11.76	601	12.50	643	13.80	685	15.31
3512	17000	416	7.99	430	8.30	445	8.68	460	9.10	491	10.03	519	10.90	546	11.78	571	12.61	594	13.41	617	14.19	656	15.57	696	17.14
3719	18000	439	9.45	452	9.76	466	10.14	480	10.58	510	11.56	537	12.50	563	13.44	587	14.35	610	15.21	632	16.04				
3926	19000	462	11.07	474	11.39	487	11.79	501	12.23	529	13.21	556	14.24	580	15.22	604	16.20	627	17.17						
4132	20000	485	12.88	497	13.21	509	13.62	522	14.06	548	15.06	574	16.17	599	17.22										

FGP 30—15K

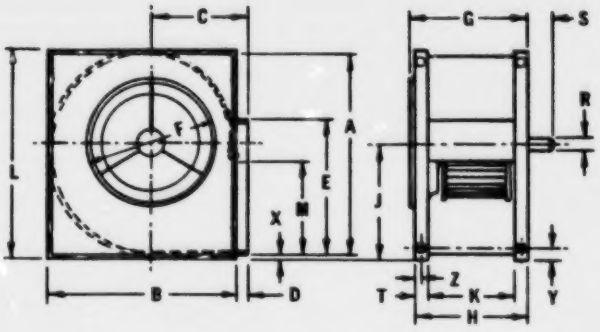
Wheel Dia.—30"
Outlet Area = 5.48 Sq. Ft
Tip Speed (FPM) = RPM x 7.85

OUTLET VEL. FPM	VOL. IN CFM	STATIC PRESSURE .125 RPM	.125 BHP	.250 RPM	.250 BHP	.375 RPM	.375 BHP	.500 RPM	.500 BHP	.750 RPM	.750 BHP	1.000 RPM	1.000 BHP	1.250 RPM	1.250 BHP	1.500 RPM	1.500 BHP	1.750 RPM	1.750 BHP	2.000 RPM	2.000 BHP	2.500 RPM	2.500 BHP	3.000 RPM	3.000 BHP
1068	8400	151	.37	187	.51	218	.66	247	.80	298	1.12	346	1.46	388	1.83	426	2.25	467	2.66	503	3.14	571	4.13	629	5.18
1277	7000	168	.57	199	.74	228	.91	254	1.08	302	1.44	345	1.83	385	2.22	423	2.64	459	3.09	493	3.56	559	4.54	626	5.26
1486	8200	186	.85	214	1.04	240	1.24	264	1.44	309	1.85	349	2.27	387	2.70	422	3.17	456	3.63	488	4.12	556	4.89	615	5.79
1718	9400	206	1.21	230	1.43	253	1.65	2.6	1.86	318	2.35	356	2.82	391	3.28	424	3.75	457	4.37	487	4.83	545	5.91	600	7.12
1934	10600	226	1.67	248	1.91	269	2.16	290	2.41	329	2.94	365	3.47	398	3.99	430	4.51	460	5.06	490	5.60	545	6.83	597	8.02
2153	11800	246	2.24	267	2.50	286	2.78	305	3.05	341	3.64	375	4.21	407	4.81	438	5.39	466	5.97	494	6.57	547	7.79	597	9.16
2372	13000	267	2.92	286	3.22	304	3.52	321	3.83	355	4.45	387	5.10	418	5.72	447	6.39	474	7.00	501	7.69	552	9.00	600	10.31
2591	14200	289	3.74	306	4.08	323	4.40	339	4.72	370	5.38	400	6.10	429	6.80	457	7.47	484	8.22	509	8.89	561	10.94	607	12.37
2810	15400	310	4.71	326	5.08	342	5.42	357	5.79	386	6.49	414	7.22	442	8.01	468	8.76	494	9.49	519	10.30	566	11.79	610	13.33
3029	16600	332	5.84	347	6.23	362	6.62	376	6.98	403	7.76	430	8.52	456	9.36	481	10.18	506	11.00	530	11.78	575	13.47	618	15.11
3248	17800	354	7.14	368	7.56	382	7.98	395	8.37	421	9.17	446	10.02	471	10.83	496	11.74	519	12.64	541	13.52	585	15.26	627	17.02
3467	19000	376	8.61	389	9.05	402	9.52	415	9.95	440	10.83	463	11.71	487	12.57	509	13.46	532	14.44	554	15.39	597	17.22	637	19.18
3686	20200	398	10.29	410	10.74	423	11.24	436	11.73	458	12.62	481	13.54	503	14.51	525	15.42	546	16.42	567	17.44	608	19.46	648	21.38
3905	21400	420	12.17	432	12.66	444	13.18	455	13.70	477	14.85	499	15.84	520	16.85	541	17.83	561	18.59	582	19.69	621	21.84		
4124	22600	442	14.28	453	14.80	465	15.33	476	15.88	497	16.92	518	17.97	539	18.95	558	20.06	577	21.08	597	22.11				
4343	23800	464	16.62	475	17.18	486	17.71	496	18.30	517	19.42	537	20.46	556	21.35	575	22.68								
4562	25000	487	19.20	497	19.78	507	20.34	517	20.97	537	22.17														

Performance is based on standard air density of 0.075 lb/ft³ (1.2 kg/m³). Performance shown is for FGP Blowers with outlet duct. BHP does not include drive losses. Operation in shaded area may result in fluctuating pressures.

MODEL	MOTOR HP	MOTOR FRAME	MOTOR SHAFT DIA.	RPM RANGE	PULLEYS ADJ. MOTOR OD	ADJ. MOTOR min. PD	ADJ. MOTOR max. PD	BLOWER OD	BLOWER PD	QTY. GROOVES & MATCHED BELTS*	BELTS LENGTH	BELTS TYPE
continued–	3	182T	1 1/8	403 - 496	5.35	4.3	5.3	18.75	18.4	1	102	Bs
FGP 25-12K				482 - 594				15.75	15.4		96	
Shaft Dia.				554 - 682				13.75	13.4		93	
1 3/16"		213		347 - 440	4.75	3.7	4.7	18.75	18.4		102	
				403 - 496	5.35	4.3	5.3	18.75	18.4		102	
				482 - 594				15.75	15.4		96	
				554 - 682				13.75	13.4		93	
	5	184T		403 - 496				18.75	18.4	2	102	
				482 - 594				15.75	15.4		96	
				554 - 682				13.75	13.4		93	
				650 - 800				11.75	11.4		88	
	1/2 - 3/4	56	5/8	225 - 300	3 1/4	2.4	3.2	18.75	18.4	1	102	
FGP 27½-14K				269 - 358				15.75	15.4	1	96	
Shaft Dia.	1 - 1 1/2 - 2	143T - 145T	7/8	272 - 366	3.95	2.9	3.9	18.75	18.4	2	103	
1 7/16"				347 - 440	4.75	3.7	4.7	18.75	18.4	1	103	
				415 - 526				15.75	15.4	1	99	
		182 - 184		272 - 366	3.95	2.9	3.9	18.75	18.4	2	106	
				347 - 440	4.75	3.7	4.7	18.75	18.4	1	106	
				415 - 526				15.75	15.4	1	100	
	3	182T	1 1/8	272 - 366	3.95	2.9	3.9	18.75	18.4	2	106	
				347 - 440	4.75	3.7	4.7			2	106	
				403 - 496	5.35	4.3	5.3			1	106	
				482 - 594				15.75	15.4	1	102	
		213		272 - 366	3.95	2.9	3.9	18.75	18.4	2	106	
				347 - 440	4.75	3.7	4.7			2	106	
				403 - 496	5.35	4.3	5.3			1	108	
				482 - 594				15.75	15.4	1	102	
	5	184T		347 - 440	4.75	3.7	4.7	18.75	18.4	2	106	
				403 - 496	5.35	4.3	5.3	18.75	18.4		106	
				482 - 594				15.75	15.4		102	
				598 - 737				13.75	13.4		98	
	1	143T - 145T	7/8	234 - 309	3.35	2.5	3.3	18.75	18.4		106	
FGP 30-15K	1 1/2 - 2			272 - 366	3.95	2.9	3.9				108	
Shaft Dia.				347 - 440	4.75	3.7	4.7			1	108	
1 7/16"	1	182 - 184		234 - 309	3.35	2.5	3.3			2	108	
	1 1/2 - 2			272 - 366	3.95	2.9	3.9			2	108	
				347 - 440	4.75	3.7	4.7			1	111	
	3	182T	1 1/8	272 - 366	3.95	2.9	3.9			2	108	
				347 - 440	4.75	3.7	4.7				111	
				415 - 526				15.75	15.4		106	
		213		272 - 366	3.95	2.9	3.9	18.75	18.4		108	
				347 - 440	4.75	3.7	4.7				111	
				415 - 526				15.75	15.4		106	
	5	184T		272 - 366	3.95	2.9	3.9	18.75	18.4		111	
				347 - 440	4.75	3.7	4.7				111	
				403 - 496	5.35	4.3	5.3				111	
				482 - 594				15.75	15.4		106	

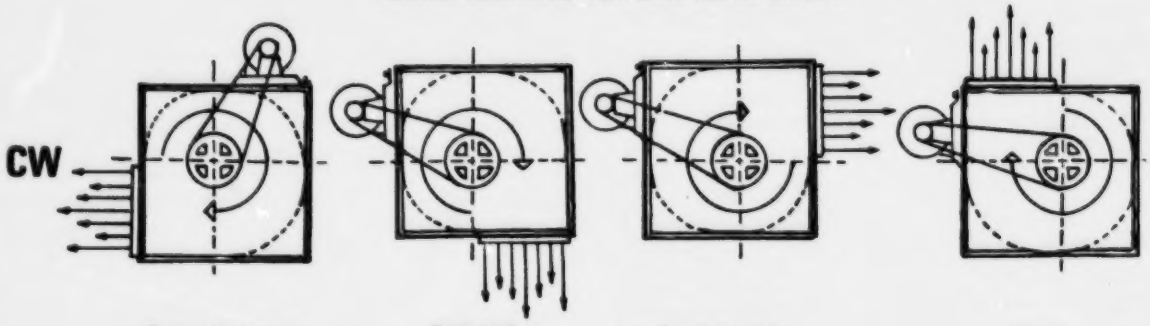
Dimensional Data



	A	B	C	D	E	F	G	H	J	K	L	M	R	S	T	X	Y	Z
FGP 10-6A	17⅛	16⅝	7¹⁵⁄₁₆	1⅛	11⅜	9¹⁵⁄₁₆	10⅝	10⅜	9¹⁵⁄₁₆	8¼	18	6¼	⅜	2	1⅛	¼	¹³⁄₁₆	½
FGP 12-6A	20⅛	19¼	9⅛	1⅛	13⅞	11¹³⁄₁₆	10⅝	10⅜	11⅜	8¼	21⅛	8⅛	⅜	2	1⅛	¼	¹³⁄₁₆	½
FGP 15-9A	24¼	22½	10½	1⅛	15⅞	15¹³⁄₁₆	14¹⁄₁₆	14⅜	13¹³⁄₁₆	12½	25	9¹⁵⁄₁₆	1	2	1⅛	¼	¹³⁄₁₆	½
FGP 18-13A	29¹⁄₁₆	26⅛	12⅜	1⅛	18⅛	19¹³⁄₁₆	18¹³⁄₁₆	18⅞	16⅝	16⅜	30	11⅜	1	3½	1⅛	¼	¹³⁄₁₆	½
FGP 22-11K	39⅛	35⅛	15¹³⁄₁₆	⅝	27⅛	21⅞	20⅝	20⅛	23⅞	17⅛	40⅛	14⅛	1⅜	3½	1½	⅜	2½	⅝
FGP 25-12K	44⅛	39¼	17¼	⅝	31¼	25⅛	22¹³⁄₁₆	22⅜	26½	19⅛	45⅛	17½	1⅜	3½	1½	⅜	2½	⅝
FGP 27½-14K	49⅝	43½	19⅛	⅝	34⅛	29⅛	23⅝	23½	28⁷⁄₃₂	20½	50⅛	19⅛	1⅜	5	1½	⅜	2½	⅝
FGP 30-15K	53¼	46⅛	20⅝	⅝	36⅛	31⅛	24¹³⁄₁₆	24⅛	31⅞	21⅛	54	21⅛	1⅜	5	1½	⅜	2½	⅝

Discharge Positions

Rotation determined from drive side of blower.



Bottom Horizontal | Downward | Top Horizontal | Upward

MOVING AIR IS OUR BUSINESS®

LAU INDUSTRIES
2027 Home Ave., M.O. Box 1388, Dayton, Ohio 45401

CONAIRE SALES DIVISION
2027 Home Ave., M.O. Box 1388, Dayton, Ohio 45401
15601 Arrow Hwy., Irwindale, Calif. 91706

BAYLEY/PROPELLAIR
843 Indianapolis Avenue, Lebanon, Indiana 46052

LAD 1325R2-375

Copyright 1975, Lau Industries, Division of Philips Industries, Inc.

Printed in U.S.A.

A N N E X E "F"

UTILISATION D'ECORCE POUR ABSORBER LES ODEURS

Techniques of Processing Bark and Utilization of Bark Products

Based on the programs, Processing and Handling Bark, presented at the Annual Meeting of the Forest Products Research Society, Pittsburgh, Pennsylvania, June 1971

and

The Treatment of Bark for Various End Products, presented at the Annual Meeting of the Forest Products Research Society, Dallas, Texas, June 1972

EDITED BY:
Jean Mater

Published by
FOREST PRODUCTS RESEARCH SOCIETY
2801 Marshall Court, Madison, Wisconsin 53705

$5.00

SORPTION OF SULFATE MILL ODORS BY BARK

Robert E. Martin
John L. Crawford

The odors emanating from sulfate paper mills can be one of the more undesirable aspects of pulp mill towns, and the amount of noxious gases emitted is considerable (Table 1). Although many residents become accustomed to the odors and regard them as a "smell of prosperity," the odors are obnoxious to many residents and outsiders. The human nose is quite sensitive to the gases from the sulfate mill (Table 2). We undertook a study[1/] to evaluate the effectiveness of bark in controlling the odors and have found the southern pine barks do a fantastic job of sorbing the gases emitted from sulfate digesters.

METHODS AND MATERIALS

For the study, a laboratory digester, a blow tank, and several filters were constructed. The digester was constructed of 4 inch diameter stainless steel pipe with threaded caps on each end. The centers of the caps were bored out to allow various fittings to be attached to the sealing plates at each end. On one end, a 1/2 inch diameter pipe with a gate valve served to admit steam for more rapid heating and to bleed off digester gases. On the same end-plate a 500 watt immersible heater was installed and was controlled by a thermostat mounted in a well through the center of the digester. On the other end of the digester a 1-1/2 inch pipe with a gate valve and quick-connect coupling was mounted.

Table 1. --EMMISSIONS FROM KRAFT PULP DIGESTER BLOW SYSTEM (Rossano, 1969)

Substance	Lbs/Ton Pulp
Hydrogen sulfide	0.1 - 0.7
Methyl Mercaptan	0.9 - 5.3
Dimethyl Sulfide	0.9 - 3.8

[1/] This research was sponsored in part by the Southern Forest Products Association.

Table 2.--PERCEPTIBLE QUANTITIES OF DIGESTER BLOW GASES (Sheehy, et al. 1968).

Substance	Quantity Oz/10^3ft.^{3}
Hydrogen sulfide	0.0011
Methyl mercaptan	0.0011
Ethyl mercaptan	0.00019
Propyl mercaptan	0.000075

The coupling allowed for rapid attachment to the blow tank. The entire digester assembly was wrapped in foil-backed fiberglass insulation. During digesting, the digester rested in a cradle which was rocked at a rate of about 15 cycles per minute to insure relatively uniform temperature and cooking. The cradle was driven through an eccentric wheel by a gear-reduced motor.

The digester blow tank consisted of a steel tank 12 inches in diameter and 12 inches high, (Fig. 1). It has a 1-1/2-inch pipe with quick-connect coupling to accept the digester. In the top plate is a 5-inch hole surrounded by four 1/2-inch stud bolts which secured the bark filters to the top. An additional coupling allowed gases to be bled from the digester into the tank.

In all, three filters were used. The first was a pipe 6 inches in diameter and 30 inches long. A flange on the bottom attached to the blow tank, and perforated aluminum plates were used at the top and bottom of the pipe to hold the bark in place. This filter was the first we used and held an inordinate amount of bark for the amount of wood being digested.

The second filter consisted of 2 inch segments of 1-1/2 inch pipe (Fig. 1). Aluminum window screen with liquid rubber edge seal was used between segments so each segment could be filled and measured independently. The entire filter was held in place by three threaded rods, and an end plate attached to the top of the blow tank.

The third filter was designed to evaluate the effectiveness of a continuous-feed bark filter. We were concerned about the degree to which the bark might compact or clog, and whether or not gases might bypass through voids around the edges or blow the bark out under high pressure. The filter consists of 4-inch diameter pipe 5 feet long, in which a worm gear continually advances the bark (Fig. 2). Bark is fed in through the hopper on the right and exits by gravity at the left. Gases were introduced through the hose connection approximately one-third the distance from the hopper to the exit hole.

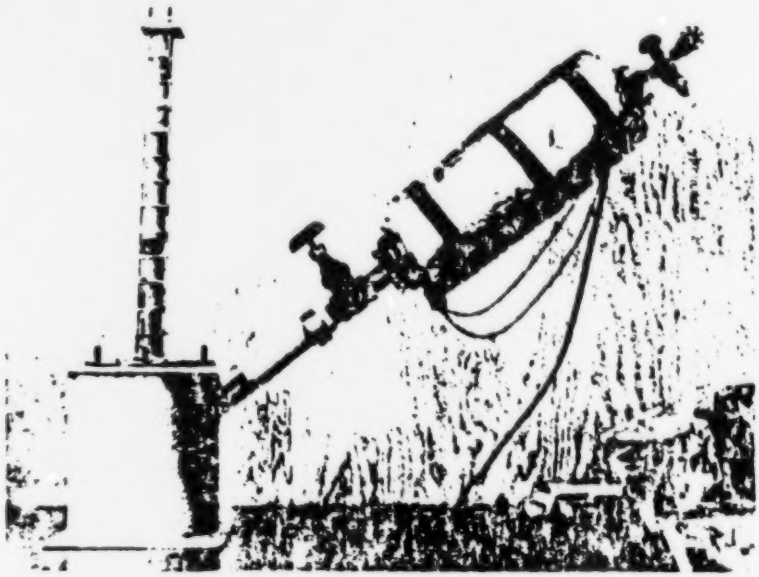


Figure 1. --Laboratory digester (right) connected to the blow tank on which is mounted the bark filter 1-1/2 inches in diameter and 30 inches long. The filter effectively absorbed odors whether from a slow bleeding of gases from the top of the digester or from blowing of the digester.

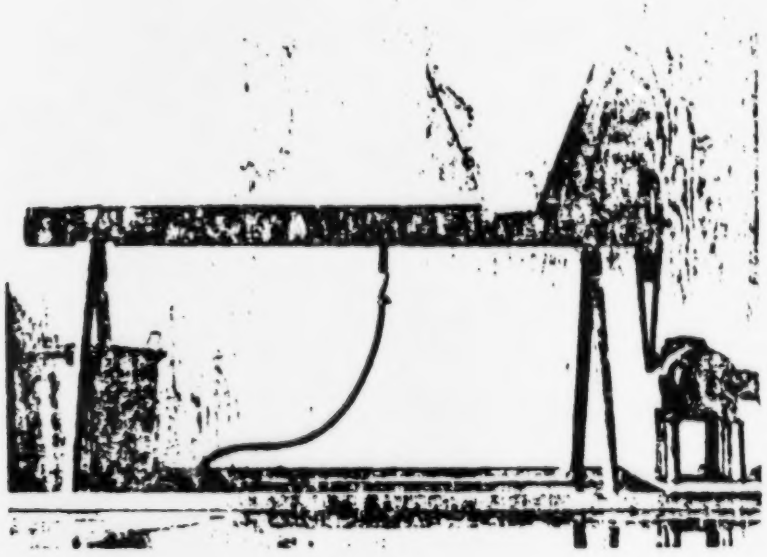


Figure 2. --Continuous feed filter system for sorption of digester blow gases by bark. Bark was fed in through the hopper on the right and exited into the bucket on the left. Gases were admitted through the hose located about one-third the distance from the hopper to the exit hole.

Although we did not investigate design criteria on the filter, the gear turned at 12 rpm giving an advance of 4 feet per minute.

Experiments were conducted in various manners. The first were conducted to decide whether or not bark would capture the odors from kraft digesters. Following a release of the digester without a filter to evaluate the amount of odor released--a disastrously smelly experiment--the digester was released slowly into the blow tank, which was capped by the 6-inch filter with approximately ten times as much bark as wood digested. Subsequent experiments were conducted with rapid release of the digester and with bark at higher moisture contents. The next series of experiments were conducted using the 1-1/2 inch filter where changes in the bark within each 2-inch segment could be measured. Finally, the digester gases were bled off into the continuous feed filter. Additionally, in order to speed experiments, steam was forced through the continuous filter to increase chances of bark compaction. Throughout all experiments, it should be noted that we used only one sensitive form of detector--the human nose. We are presently planning to use laboratory instrumentation to evaluate further the sorption process and the effects it has on bark.

RESULTS

Southern pine barks demonstrated a remarkable capability to capture the odors that are released when a kraft digester is blown. Moreover, the barks have sorbed these gases when about 1 part of bark was used to 10 parts of wood chips digested; i.e., in the relative amounts one would expect to find them at a pulp mill. In all experiments except one only a very slight odor was detected, and this odor did not resemble that of the mercaptans and sulfides one associates with kraft mills. In the continuous feed filter some odor of the mercaptans did escape, but was greatly reduced from the normal amount without a filter. Perhaps some channeling occurred while the filter permitting the leakage

We measured moisture content and pH changes in the bark due to sorption of the digester blow gases (Fig. 3). Bark in the filters ranged from 6 to 10 percent moisture content before exposure to the digester gases. In the 6-inch diameter filter sorption took place in the first 6 inches of the bark, the rest of the bark remaining at 10 percent or less material driven off during drying at 70°C. The first part of the small filter sorbed approximately the same amount as the large filter but all sections were raised to 30 to 40 percent above an ovendry weight. We feel most of the material sorbed is water, and the extent of other materials sorbed has not been measured.

The bark pH was raised drastically in the first part of the 1.5-inch filter, but beyond 10 inches the bark remained within the normal range of pH for southern pine barks (Martin and Gray, 1971).

Unused pulping chemicals carried through in vapor or droplet form might have accounted for the large change in pH.

In addition to bark's being a tremendous sorbent for digester gases, it is interesting to note that the odors were not readmitted upon drying. Further, rewetting of the bark did not cause it to re-emit the odors. These last factors would indicate the process is chemisorptive, but further work will have to verify the chemical nature of the changes.

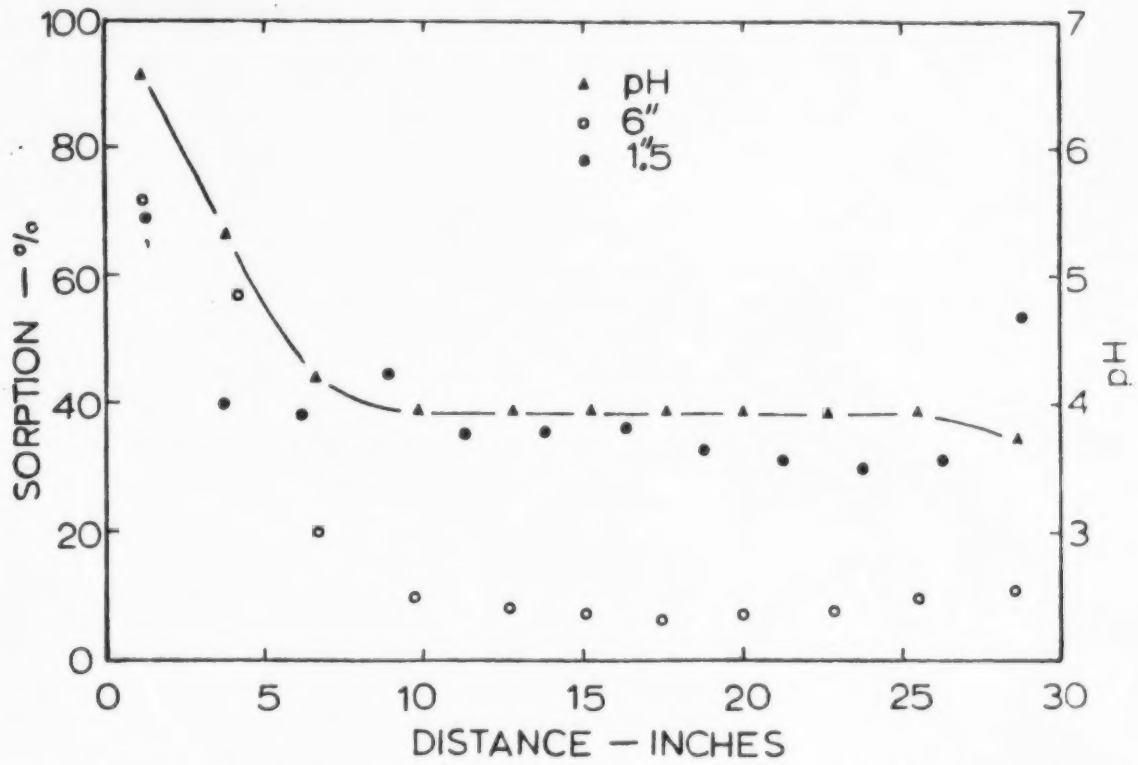


Figure 3.--Moisture content and pH of bark in the 1-1/2 inch and 6-inch diameter bark filter columns following release of the digester blow gases through them.

SUMMARY

Southern pine bark has been shown to be an effective sorbent for the odors emitted y kraft digesters. Both packed and continuous filters have been used, and the process ppears to be chemisorptive due to the failure of bark to release the odors upon drying r rewetting.

LITERATURE CITED

ɔssano, A. T., Jr., ed. 1969. Air pollution control - guidebook for management. Environmental Science Service Division. Stamford, Conn. 213 p.

eehy, J. P., W. C. Achinger, and R. A. Simon. 1968. Handbook of air pollution. Public Health Service, HEW. Durham, N. C.

Martin, R. E. and G. L. Gray. 1971. pH of southern pine barks. Forest Prod. J. 21(3):49-52.

A N N E X E "G"

LAVEUR A JET AUTO-AMORCE "WHIRL WET"

® Tri-Mer® Corporation

Air Pollution Control Systems

1400 Monroe Street · Owosso, Michigan 48867 U.S.A.

Area Code 517, Phone 723-7838 Telex 228545

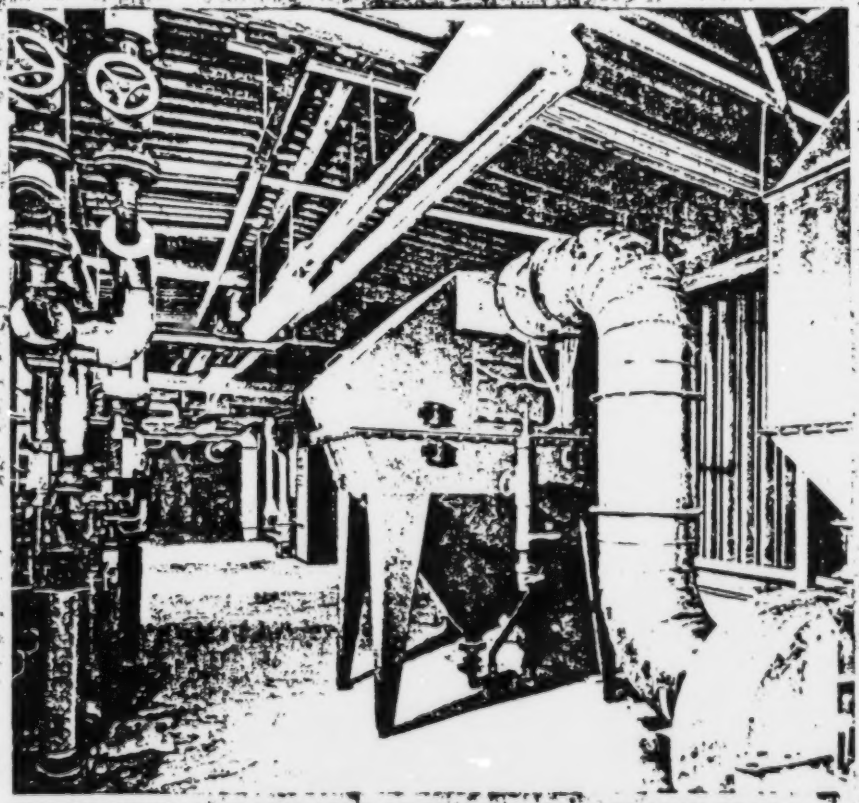
· TRI-MER CORPORATION
CALIFORNIA SALES OFFICE
PH. (714) 548-5853

EUROPEAN REPRESENTATIVE
JAEGER K. G.
D. BRAUNSCHWEIG, WEST GERMANY

Tri-Mer®

WHIRL WET SCRUBBER

ADVANCED ENGINEERING IN DUST & PARTICULATE SCRUBBING



TRI-MER WHIRL WET SCRUBBER COMPLETE WITH AUTOMATIC DRAIN SYSTEM, CAPACITY 5,885 CFM OF AIR, SCRUBBING FERTILIZER DUST WITH AN EFFICIENCY OF 99.85%.

In License of Hurner Corp., West Germany

FUNCTION

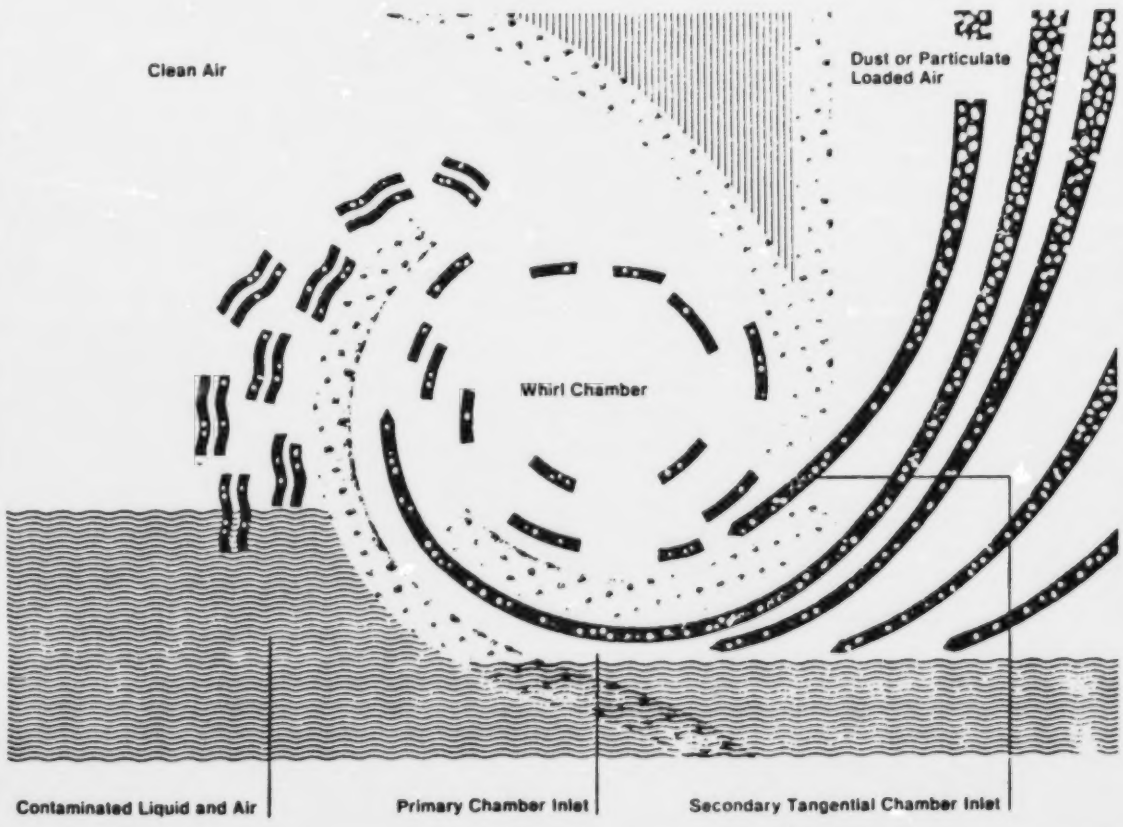
The efficiency of the Tri-Mer Whirl Wet Scrubber is the result of the intensive mixing of the gas stream, dust particles, and scrubbing liquid. The dust particles are scrubbed by infusing them with water droplets. The heart of the scrubber is the whirl chamber. This part of the unit is made up of deflectors which are in a fixed position. The water-air-dust mix is passed with high velocity through this deflector system. Here the mixing between the carrier gas and the scrubbing liquid takes place in the whirl chamber. For gaining further turbulence, a secondary gas stream is injected with high velocity through a side channel tangential to this chamber. Through this, the rotation of the water-dust-gas mixture is highly speeded up. The turbulence is constant over a wide range of air. Differences between + 5% and -25% of the normal capacity are acceptable without affecting efficiency. Droplets which are in the airstream are eliminated through the final droplet separator downstream.

High maintenance items such as spray nozzles, pumps, bags or electrostatic units are not used in the Whirl Scrubber. The scrubbing is done through high velocity gas-liquid-dust contact. There are no moving parts.

The water level control of the Whirl Scrubber is maintained through an automatic level control system operating continuously.

Makeup water required is very little which occurs primarily through EVAPORATION AND/OR SLUDGE REMOVAL.

The most critical factor in the design of the system is the configuration of the air deflectors. Each one is laid out for specific applications, thus assuring extremely high efficiencies.



UNIT AT REST

UNIT OPERATIVE

The photos above show the whirl chamber under Rest Condition and Operating Load Condition. Note the secondary tangential chamber inlet just above the liquid level in the left photo. Under Operating Conditions shown at right, note the differential in liquid levels. Inlet side has a much lower level than outlet side.

MATERIALS OF CONSTRUCTION

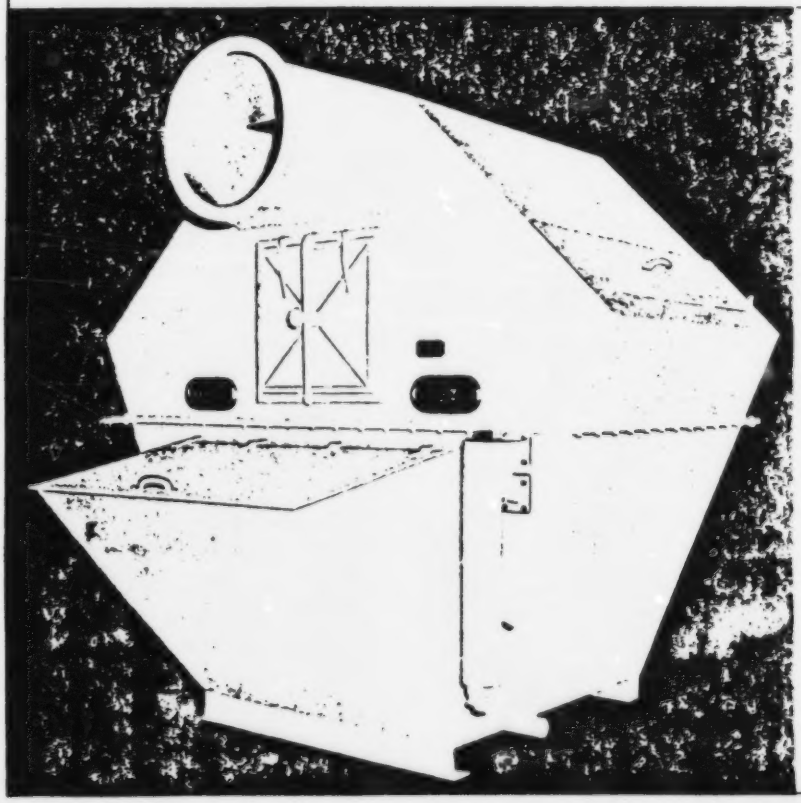
The Tri-Mer Whirl Wet Scrubber is manufactured out of mild steel, 304 and 316 stainless steel, hastalloy, titanium aluminum, PVC with an FRP overlay and polypropylene with an FRP overlay.

ENGINEERED SYSTEMS
WITH THE TRI-MER WET WHIRL SCRUBBER

Dust collecting cannot be seen independently, but in connection with the whole manufacturing process. As an example, consider recovery of soluble dust. This is especially common in the chemical industry when they wish to economically recover any waste or by-products from the manufacturing process. This dust or particulate matter, when recovered, can be reused in the manufacturing process. Examples of this are the fertilizer industry and drying systems. In these cases the Tri-Mer Whirl Scrubber can be used very successfully even under difficult conditions for collecting particulate and returning it to the process. In gas streams where corrosives are present in addition to dust, the Whirl Wet unit can simply be ordered constructed of PVC or PP. Caustics can be added to the liquid flow to scrub high acid loadings simultaneously with particulate.

Size	a	b	c	d	e	f	g	h	j	k	l	m	n	o	p	q	CFM Capacities Max
9	1200	680	300	160	1720	850	1160	500	1000	600	300	1850	1700	2115	2220	1870	900
18	1200	980	600	225	1720	850	1160	500	1000	600	600	1850	1700	2115	2220	1870	1,800
27	1200	1280	900	225	1720	850	1160	500	1000	900	800	1850	1700	2115	2220	1870	2,700
36	1200	1650	1200	325	1720	850	1160	500	1000	900	800	1850	1700	2115	2220	1870	3,600
53	1200	2250	1800	400	1720	850	1160	500	1000	900	1400	1850	1700	2115	2510	2070	5,300
71	2100	1880	1200	450	2030	1000	1200	—	1120	1600	1600	2330	2050	2400	2780	2430	7,100
95	2250	2300	1600	550	2650	1000	1500	—	1200	1800	1700	3130	2150	2710	3000	2700	9,500
142	2550	3330	2400	650	3270	1000	1500	—	1340	1700	1780	3780	2450	3050	3300	2950	14,200
177	2750	4150	3000	700	3870	1000	1600	—	1560	1780	1860	4150	2620	2915	3530	3190	17,700
212	2960	4800	3600	800	4470	1000	1800	—	1530	1800	1820	5200	2770	3630	3390	3040	21,200
248	3230	5550	4200	900	5070	1000	1950	—	1600	1800	2100	6300	3050	3960	4060	3710	24,800
283	3230	6150	4800	925	5670	1000	1950	—	1600	1800	2100	6500	3050	3960	4060	3170	28,300
318	3420	6870	5400	950	6270	1000	2000	—	1720	1900	2200	7230	3200	4280	4300	3950	31,800
353	3420	7470	6000	1000	6870	1000	2000	—	1720	1900	2200	7830	3200	4280	4300	3950	35,300
424	3650	8810	7200	1100	8070	1000	2000	—	1840	2000	2280	9100	3450	4620	4610	4260	42,400
500	3960	10160	8400	1200	9270	1000	2150	—	2000	2100	2460	10540	3750	5080	4970	4620	50,000

Model B



Size 212 Whirl Wet Scrubber installed on a fertilizer dust application, bicalcium phosphate particles in the following micron ranges:

61% larger than 5 micron

27% between 5 and 3 micron

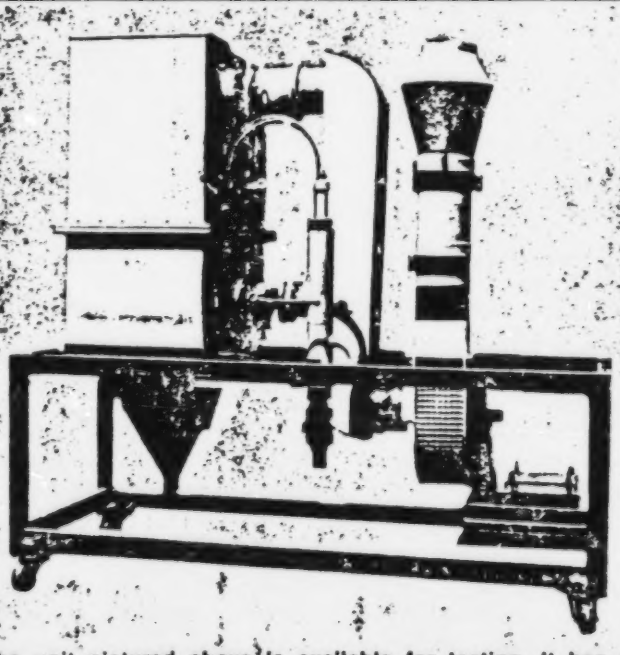
9.5% between 3 and 1 micron

2.5% below 1 micron

The efficiency of the Tri-Mer Whirl Wet on this project was over 99.88%.

TRI-MER WHIRL WET SCRUBBER
EFFICIENCY OF TM WHIRL (Operating and Test Results)

Type of Pollutants	Maximum Efficiency Percentages
Air from Hardening Salts Tanks	99.8
Aluminum Ammonium Powder	98.5
Aluminum Dust ($CaCl_2$)	99.0
Aluminum Hydroxide AL_2O_3 Insoluble	86.2
Ammonium Perchlorate (APC) Dust	99.0
Ammonium Persulfate $(NH_4)_2S_2O_8$	98.4
Barium Sulfate and Sulfide	99.2
Bauxite — Dust	99.0
Cable Combustion Oven	99.0
Calcium Chloride	96.0
Calcium Dust	99.0
Calcium Dust Contents: Calcium + Sand	98.5
Calcium Phosphate Mono Basic	99.0
Citric Acid Dust	98.0
Coal Dust (Mining)	99.0
Coking Plant Dust	98.5
Copperslag Dust	99.0
Corn Starch (Dry-Flo Starch Ester)	99.0
Cyanide Dusts	98.5
Drying Drum Exhaust	99.0
Dust from Coal Drying (Dusting)	98.0
Hardening Salts Na_2CO_3 15-20%	95.5
Hardening Salts NaCl 25-36%	95.5
Hardening Salts NaCN 0.11- 4.1%	95.5
Hormone Dusts	99.0
Iron Oxide Sludge Dryer	98.0
Iron Oxide Dust	98.0
Lime, Chlorinated	92.5
Litharge (Lead Oxide) Pb0 Dust	97.0
Magnesium Silicate	90.0
Milkpowder	99.0
Pharmaceutical Dusts	97.0
Pigment Dust Yellow	98.2
Pigment Dust White	98.0
Polyester Grinding Dust	98.5
PVC — Dust	97.0
Pyrite (Burn-Down Dust)	99.8
Quartz Dust	99.0
Sodium Perborate	99.8
Stone Dust	99.0
Submicroscopic Pyrogenic Silica	99.8
Sugar Dust	99.3
Sulfur Dust	99.5
Tempering Process Gas	99.0
Tinder Dust	99.0
Vanadium Pentoxyde V_2O_5	98.0



The unit pictured above is available for testing. It has a capability of handling 1700 CFM of air and can be applied to both corrosive and non-corrosive applications for maximum flexibility. Should a customer have a particularly difficult problem, this unit is available for test-run applications.

HENLEX

TRI-MER CORPORATION

WHIRL-WET EFFICIENCY CHART

TEST NO.		INLET (g/m^3)	OUTLET (g/m^3)	EFFICIENCY %
001	Shaledust DIN*	0.0563	0.0002	99.61
002	Shaledust DIN*	0.1292	0.0004	99.71
003	Shaledust DIN*	1.112	0.003	99.71
004	Shaledust DIN*	0.514	0.0013	99.75
005	Thiotolnichin acid	0.0915	0.0006	99.35
006	Dinaphtylamine	0.0528	0.0000	99.9999
007	Dinaphtylamine	0.317	0.07	99.98
008	Dinaphtylamine	0.024	0.0000	99.9999
009	Silicondust	0.1449	0.0002	99.85
010	Thiotolnichin acid	0.082	0.0000	99.9999
011	Thiotolnichin acid	0.0778	0.0002	99.72
012	Diphenylacetic acid	0.052	0.0000	99.9999
013	Dinhtylamine	0.0665	0.0000	99.9999
014	Woodgrinder dust very fine	3.400	0.022	99.36
015	Woodgrinder dust very fine	0.058	0.0000	99.9999
016	Woodgrinder dust very fine	0.0635	0.0006	99.12
017	Soot from rice ash	0.629	0.0000	99.9999
018	Soot from rice ash	0.711	0.0000	99.9999
019	Mineralfibre dust	0.0913	0.0001	99.83
020	Fodder dust black	0.068	0.0003	99.60
021	Fodder dust light brown	0.264	0.0000	99.9999
022	Shaledust DIN 70*	0.1212	0.0004	99.70
023	Colour pigment dust red	0.0329	0.0001	99.67
024	Fertile Soil Dust	0.04	0.0000	99.9999
025	Flint dust very fine	0.2678	0.0009	99.67
026	Flint dust very fine	0.4153	0.0018	99.56

*German industrial NORM

TEST NO.	DUST TYPE	INLET (g/m^3)	OUTLET (g/m^3)	EFFICIENCY %
027	Titanium Dioxide	0.0330	0.0000	99.9999
028	Titanium Dioxide	0.0261	0.0002	99.02
029	Milkpowder dust	0.235	0.00004	99.98
030	Asbestos dust	0.81	0.0033	99.88
031	Rubber grinding dust	0.1479	0.0007	99.50
032	Dust from drug manufacturing	0.236	0.0002	99.92
033	H C H dust	0.1385	0.0005	99.64
034	Active Carbon dust	0.081	0.0005	99.93
035	Ba Ca Stabilizer	0.0865	0.0012	98.70
036	Silicon Dust	0.0828	0.0002	99.73
037	Grinding and Polishing dust	0.3593	0.0001	99.97
038	Metal dust from heattreatment	0.1807	0.0001	99.93
039	Aluminum Hydroxide	0.0886	0.0002	99.78
040	Hardening salt dust	0.487	0.0000	99.97

ON NOURRIT DE

GRANDS

projets

Gouvernement du Québec
Ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation

88-0126